This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

A propos de ce livre

Ceci est une copie numérique d'un ouvrage conservé depuis des générations dans les rayonnages d'une bibliothèque avant d'être numérisé avec précaution par Google dans le cadre d'un projet visant à permettre aux internautes de découvrir l'ensemble du patrimoine littéraire mondial en ligne.

Ce livre étant relativement ancien, il n'est plus protégé par la loi sur les droits d'auteur et appartient à présent au domaine public. L'expression "appartenir au domaine public" signifie que le livre en question n'a jamais été soumis aux droits d'auteur ou que ses droits légaux sont arrivés à expiration. Les conditions requises pour qu'un livre tombe dans le domaine public peuvent varier d'un pays à l'autre. Les livres libres de droit sont autant de liens avec le passé. Ils sont les témoins de la richesse de notre histoire, de notre patrimoine culturel et de la connaissance humaine et sont trop souvent difficilement accessibles au public.

Les notes de bas de page et autres annotations en marge du texte présentes dans le volume original sont reprises dans ce fichier, comme un souvenir du long chemin parcouru par l'ouvrage depuis la maison d'édition en passant par la bibliothèque pour finalement se retrouver entre vos mains.

Consignes d'utilisation

Google est fier de travailler en partenariat avec des bibliothèques à la numérisation des ouvrages appartenant au domaine public et de les rendre ainsi accessibles à tous. Ces livres sont en effet la propriété de tous et de toutes et nous sommes tout simplement les gardiens de ce patrimoine. Il s'agit toutefois d'un projet coûteux. Par conséquent et en vue de poursuivre la diffusion de ces ressources inépuisables, nous avons pris les dispositions nécessaires afin de prévenir les éventuels abus auxquels pourraient se livrer des sites marchands tiers, notamment en instaurant des contraintes techniques relatives aux requêtes automatisées.

Nous vous demandons également de:

+ *Ne pas utiliser les fichiers à des fins commerciales* Nous avons conçu le programme Google Recherche de Livres à l'usage des particuliers. Nous vous demandons donc d'utiliser uniquement ces fichiers à des fins personnelles. Ils ne sauraient en effet être employés dans un quelconque but commercial.

+ *Ne pas procéder à des requêtes automatisées* N'envoyez aucune requête automatisée quelle qu'elle soit au système Google. Si vous effectuez des recherches concernant les logiciels de traduction, la reconnaissance optique de caractères ou tout autre domaine nécessitant de disposer d'importantes quantités de texte, n'hésitez pas à nous contacter. Nous encourageons pour la réalisation de ce type de travaux l'utilisation des ouvrages et documents appartenant au domaine public et serions heureux de vous être utile.

+ *Ne pas supprimer l'attribution* Le filigrane Google contenu dans chaque fichier est indispensable pour informer les internautes de notre projet et leur permettre d'accéder à davantage de documents par l'intermédiaire du Programme Google Recherche de Livres. Ne le supprimez en aucun cas.

+ *Rester dans la légalité* Quelle que soit l'utilisation que vous comptez faire des fichiers, n'oubliez pas qu'il est de votre responsabilité de veiller à respecter la loi. Si un ouvrage appartient au domaine public américain, n'en déduisez pas pour autant qu'il en va de même dans les autres pays. La durée légale des droits d'auteur d'un livre varie d'un pays à l'autre. Nous ne sommes donc pas en mesure de répertorier les ouvrages dont l'utilisation est autorisée et ceux dont elle ne l'est pas. Ne croyez pas que le simple fait d'afficher un livre sur Google Recherche de Livres signifie que celui-ci peut être utilisé de quelque façon que ce soit dans le monde entier. La condamnation à laquelle vous vous exposeriez en cas de violation des droits d'auteur peut être sévère.

À propos du service Google Recherche de Livres

En favorisant la recherche et l'accès à un nombre croissant de livres disponibles dans de nombreuses langues, dont le français, Google souhaite contribuer à promouvoir la diversité culturelle grâce à Google Recherche de Livres. En effet, le Programme Google Recherche de Livres permet aux internautes de découvrir le patrimoine littéraire mondial, tout en aidant les auteurs et les éditeurs à élargir leur public. Vous pouvez effectuer des recherches en ligne dans le texte intégral de cet ouvrage à l'adresse `http://books.google.com`

111

BRANNER
GEOLOGICAL LIBRARY

STANFORD UNIVERSITY
LIBRARIES

BEITRÄGE

ZUR

GEOLOGISCHEN KARTE DER SCHWEIZ

HERAUSGEGEBEN VON DER GEOLOGISCHEN COMMISSION DER SCHWEIZ. NATURFORSCHENDEN GESELLSCHAFT

AUF KOSTEN DER EIDGENOSSENSCHAFT

NEUE FOLGE, I. LIEFERUNG

DES GANZEN WERKES 31. LIEFERUNG.

UEBER DIE

FLUVIOGLACIALEN ABLAGERUNGEN

DER NORDSCHWEIZ

(AUSSERHALB DER INNEREN MORÄNENZONE)

MIT ZWEI KARTEN UND EINER PROFILTAFEL

VON

Dr LÉON DU PASQUIER

BERN

In Commission bei SCHMID, FRANCKE & Cie (vorm. J. DALP'sche Buchhandlung)

1891.

554.94
B423

785973

Die geologische Commission erklärt, dass die Verfasser allein verantwortlich sind für den Inhalt ihrer Abhandlungen und die Richtigkeit der sie begleitenden Karten und Profile.

Dr. LÉON DU PASQUIER

UEBER DIE

FLUVIOGLACIALEN ABLAGERUNGEN

DER

NORDSCHWEIZ

(AUSSERHALB DER INNEREN MORÄNENZONE)

Mit 2 Karten und einer Profiltafel.

Vorwort.

Vor einigen Jahren hatte ich mir auf Veranlassung des Herrn Professor Dr. *A. Heim* in Zürich hin das Studium der Quartärbildungen im Vierwaldstätterseegebiet zur Aufgabe gemacht. Es zeigte sich aber nach und nach, dass hier nichts Wesentliches erreicht werden kann, so lange in den glacialen Ablagerungen des Vorlandes nicht einigermassen Ordnung geschaffen ist. Diese Erkenntniss führte mich dazu, unsere bisher etwas vernachlässigten fluvioglacialen Ablagerungen, sowie ihren Connex mit den Moränen zu untersuchen. Bald stellte sich mit der erwünschten Klarheit die Gliederung der nordschweizerischen Glacialbildungen heraus, die ich an dieser Stelle sammt einigen weiteren Schlussfolgerungen der Oeffentlichkeit übergebe.

Behufs Gewinnung allgemeiner Gesichtspunkte und Aufstellung einer Gliederung der Glacialgebilde war es nothwendig, das grosse, ausserhalb der sogenannten „inneren Moränen" liegende Gebiet als Ganzes zu untersuchen; leider ist dasselbe aber zu umfangreich, als dass ein Einzelner es in allen Details beherrschen könnte.

Dass also in meiner Arbeit noch viel zu ergänzen bleibt, bin ich mir bewusst. Die Zukunft wird lehren, inwiefern die aus den Beobachtungen unmittelbar gezogenen Schlussfolgerungen, die im Folgenden ausgesprochenen Ansichten und Vermuthungen berechtigt sind.

Die angewandte Terminologie ist zum grössten Theile den deutsch-alpinen Glacialisten entnommen, und zwar nicht immer ihres — zweifelhaften — logischen Werthes wegen, sondern weil sie bequem ist und sich jetzt auch nicht mehr beseitigen lässt. Die Bezeichnung Schotter wird hier ganz im Sinne *Penck*'s gebraucht (Schotter = Kieslager = Grien u. s. f.).

Nach dem Vorgange einiger Autoren wird der Ausdruck „innere Moränen“ auf sämmtliche Moränen der letzten Vergletscherung ausgedehnt; insbesondere wird häufig der äusserste Wall der inneren Moränenzone kurzweg als innere Moräne bezeichnet.

Es bleibt mir an dieser Stelle nur noch übrig, allen denen, die das Zustandekommen dieser Arbeit gefördert und unterstützt haben, meinen wärmsten Dank auszusprechen.

Namentlich bin ich den Herren Prof. Dr. *A. Heim* und Prof. Dr. *F. Mühlberg* für die mannigfachen Mittheilungen werthvoller Beobachtungen verpflichtet. Ich will es aber auch nicht unterlassen, dem Präsidenten der geologischen Commission, Herrn Prof. Dr. *F. Lang*, und den Mitgliedern derselben, sowie Herrn Prof. *A. Gutzwiller* und meinem ehemaligen Studiengenossen, dem Herrn Prof. Dr. *Chr. Tarnutzer* für ihr wohlwollendes Entgegenkommen bestens zu danken.

Sollte die vorliegende Arbeit einigermassen dazu beitragen, unsere einheimische Glacialforschung von Neuem zu beleben oder Einige zu den oft undankbaren lokalen Diluvialstudien anzuregen, so wäre mein Zweck zum grössten Theile erreicht.

Der Verfasser.

Inhaltsverzeichniss.

Seite

Vorwort VI

Einleitung. — Die Kiesmassen der Thäler, ihr Verhältniss zur früheren und seitherigen Thalbildung 1

I. Die niederen Terrassen.

1. Aeussere Morphologie. Allgemeines 7
   Die herrschende Stufe 10
   Gefällsverhältnisse der Niederterrassen . . . . . S. 11 u. Tab. S. 12 u. 13
   Innere Moränen des Rheingletschers 18
   Zusammenfassung 20
2. Innerer Aufbau 21
3. Alter der Niederterrassenstufe 27

II. Die hohen Terrassen.

Allgemeines 35
Das Alter 38
Weitere Verbreitung 43
Das Gefälle 46
Die topographischen Verhältnisse vor dem Hochterrassenschotter 47
Zusammenfassung 48
Der Löss 49

III. Das Anhäufen und Abtragen der Schotter. Zur Dynamik der Accumulation und Erosion 59

IV. Die organischen Einschlüsse der Schotter. Zur Paläontologie der niederen und hohen Terrassenstufe 67

V. Die löcherige Nagelfluh 71

1. Die Vorkommnisse. Lagerung und Aufbau 72
2. Uebersicht der Eigenschaften 85
3. Alter und Entstehung 86
   a) Bisherige Anschauungen 86
   b) Die Thatsachen und das Alter 88
   c) Kritik und Widerlegung der bestehenden Anschauungen 89
   d) Unsere Ansicht 94
      Gefälle des Deckenschotters 96
      Grenzen der alten Vergletscherung 98
   e) Das absolute Alter 99
      Uebersicht 101

Seite.

VI. Postmiocäne Erosion und Dislocation.

A. Erosion.

1. Thalbildung vor der alten Vergletscherung 103
2. Die präglacialen See'n 107

B. Dislocation 116

VII. Rückblick und allgemeine Betrachtungen.

1. Rückblick 121
2. Allgemeines über den Glacialschotter 124
3. Gliederung der Glacialformation 125

Schluss 128

Einleitung.

Die Kiesmassen der Thäler. — Ihr Verhältniss zur früheren und seitherigen Thalbildung.

Wenn wir das Bild betrachten, welches uns eine gute hypsometrische Karte der Schweiz bietet, so fallen uns die breiten Thalböden der Mittel- und Nordschweiz auf, die oft in gar keinem Verhältnisse zur Wasserführung der sie gegenwärtig durchziehenden Flüsse stehen: so das Thal der Emme zwischen Burgdorf und Solothurn, dasjenige der Dünnern von Oensingen bis Olten[1]), das Glattthal, der Klettgau, die Thäler der Töss und der Thur — zum Theil — oder gar solche weite Ebenen, die sich als jetzt von den Gewässern verlassene Thalböden documentiren, wie das Birrfeld oder das Rafzerfeld.

Allgemeine Thalstufe in der Nordschweiz.

Dass die Ströme seit der Stauung der Alpen, selbst seit den letzten grossen Dislocationen ihres nördlichen Saumes, im Vorlande vielfach ihre Läufe verlegt haben, kann ja nicht bestritten werden, und so dürfte uns das Vorhandensein vieler Trockenthäler nicht überraschen, wenn nicht ein bestimmtes Moment besonders und mit grosser Allgemeinheit hervortreten würde, nämlich der hypsometrische Zusammenhang jener alten Thalböden. Sehen wir von den, in der allerletzten Zeit der recenten Aera gebildeten, Rinnen ab, in welchen die Flüsse heutzutage dahin eilen, so tritt der Zusammenhang des ganzen Thalsystems prägnant hervor: es ist, als wären die jetzt verlassenen Thäler alle

[1]) Das Gäuthal.

gleichzeitig von Flüssen durchströmt worden. Eine allgemeine Thalstufe lässt sich in den Thälern der Nordschweiz verfolgen.

Die die Thalstufe bedingende Ausfüllungsmasse.

Wenn wir diese und überhaupt alle Thalböden des Alpenvorlandes untersuchen, so stellt sich heraus, dass sie fast ausnahmslos durch mächtige Geschiebemassen gebildet sind. Die Thäler waren ursprünglich tiefer und wurden dann alle während eines bestimmten Zeitabschnittes gleichmässig mit Schotter ausgefüllt. Erst später nagten die Flüsse wieder an dem abgelagerten Geschiebe, und so sehen wir heutzutage die Ströme in tiefen Rinnen unter dem breiten, terrassenförmig abgestuften Thalboden sich hinziehen.

Erosion der Ausfüllungsmasse.

Die jüngste Periode in der Geschichte unseres Thalsystems ist also eine Periode der Erosion gewesen, in welcher die Flüsse das früher angehäufte Geschiebe wieder zu entfernen suchten. An vielen Stellen ist es dem Strome bereits geglückt, die Unterlage der Kiesmassen wieder zu erreichen: so fliesst die Limmat unterhalb Baden auf kurze Strecke durch die Molasse; ebenso tritt das Anstehende im Bette der Aare unter andern bei Brugg und Lauffohr zu Tage und wird am Irchel, bei Kaiserstuhl, Kadelburg, Laufenburg, Rheinfelden das Grundgebirge vielfach vom Rheine durchbrochen.

Die „Laufen".

An solchen Stellen pflegen Stromschnellen aufzutreten, die im Volksmunde als „Laufen" bekannt sind. Ihr Anblick belehrt uns gewissermassen über das Zeichen der gegenwärtigen Arbeitsleistung der Ströme, indem gerade das Vorhandensein der Laufen auf's Klarste darauf hinweist, dass in der Gegenwart nicht angehäuft, sondern lebhaft weiter erodirt wird.

Die Gegenwart ist somit eben jene Erosionsperiode, in welcher die mächtige Aufschüttungsmasse unserer Thäler der Erosion wieder anheim gefallen ist.

Nichtzusammentreffen des jetzigen Flussbettes mit dem ursprünglichen.

Andererseits lassen uns die vereinzelt im Strombette auftretenden Klippen des Anstehenden auch schliessen, dass der Fluss sein altes Bett nicht wieder gefunden hat, dasselbe vielmehr an manchen Stellen kreuzt, und dass die ursprüngliche Thaltiefe möglicherweise nicht ganz wieder erreicht worden ist.

Der Satz geht klar aus dem Umstande hervor, dass an vielen Stellen der Fluss tief in das Anstehende sich eingesägt hat — ja, wie die Laufen lehren, gegenwärtig noch an der Entfernung des Untergrundes arbeitet —

während zu den Seiten dieser Einschnitte der breite Thalboden nur Schotter aufweist und stromaufwärts die wagrecht geschichteten Kiesmassen bis unten im Flussbette die ganze Höhe des Hochgestades zusammensetzen. Der Einwand, dass die Flüsse an solchen Stellen schon früher Stromschnellen gebildet und bei Wiedererosion des zugeschütteten Thales ihr ursprüngliches Bett genau wieder gefunden hätten, ist nicht stichhaltig. Erstens wäre es reiner Zufall, wenn Derartiges wirklich in einer breiten Alluvialebene vorgekommen wäre. Dann müssen wir, wenn wir an den Laufen den Fluss noch abtragen sehen, schliessen, dass dasselbe schon seit einer Anzahl von Jahren geschieht. Während dieses Zeitraumes ist der Riegel tiefer gelegt worden; um diesen Betrag war damals das Flussbett stromaufwärts höher als heutzutage. Da aber oberhalb des Riegels der Kies noch ganz unten in horizontaler Schichtung auftritt, so war damals das ursprüngliche Bett wirklich nicht wieder gefunden, denn die Schichtung des Kieses widerspricht der Annahme einer Ablagerung in einem Becken. Seither hat sich die Lage des Flusses im Riegel offenbar nicht verändert, er fliesst also auch heutzutage nicht denselben Weg wie vor der Aufschüttung[1]). Allerdings könnten Dislocationen mitspielen, wir müssten aber an einer Unzahl von Stellen, wo dieselben gar unwahrscheinlich sind, Dislocationen annehmen. Wir werden uns weiter noch mit dieser Frage zu beschäftigen haben und auf einige Punkte hinweisen, wo neuere Dislocationsvorgänge als wahrscheinlich erscheinen.

Die ursprüngliche Thaltiefe.

Der zweite Satz, dass die ursprüngliche Thaltiefe vielleicht nicht ganz wieder erreicht worden sei, erhält durch die soeben geschilderten Verhältnisse eine Stütze, ist aber aus ihnen nicht mit voller Sicherheit abzuleiten. Und doch hat man oft, wegen des weiter oben in den Thälern sich vollziehenden Zusammentreffens der Flussterrassen mit dem jetzigen Flussbette, auf eine rückschreitende Erosion des Stromes in den Kiesmassen geschlossen. So sagt *Wettstein*[2]), der Einschnitt der Limmat sei im Thalboden bis Geroldswil „zurückgewandert". Bei diesem Ausdrucke denkt man unwillkürlich an eine jetzt noch zurück-

Rückwärtseinschneiden der Flüsse oder Auskeilen der Schotter thalaufwärts.

[1]) Es ist auch auffallend — und ein Beleg für unsere Ansicht — dass die Laufen dort auftreten, wo der Fluss sich weit ausserhalb der Axe des Thales eingeschnitten hat. Beispiele: Brugg, Laufenburg, Rheinfelden etc.

[2]) *Wettstein*, Geologie von Zürich und Umgebung. Zürich, 1885, p. 58.

schreitende Erosion des Limmatthalbodens. Da dieser nun aus geschichteten Kiesmassen besteht, so wäre die Ansicht gestattet, dass die Erosion des Flusses nicht mehr bei der ursprünglichen Tiefe anlangte. Allerdings glaubt *Wettstein* als Ursache des Einschneidens eine Hebung des Jura annehmen zu dürfen, so dass etwa die Kieslager dislocirt wären und der Einschnitt gewissermassen nur zur Herstellung des regelmässigen Gefälles bis Geroldswil „zurückgewandert" sein würde, wo dann seine Wanderung aufgehört hätte. Ich kann dieser Ansicht *Wettstein's* nicht unbedingt beipflichten.

Richtig ist, dass hier Flussbett und Terrassen zusammentreffen und dass viel eher die Oberfläche der Schottermassen dem Fluss entgegengehen, als dass dieser von jenen abfallen würde, wie es bei der rückschreitenden Erosion der Fall ist. Die Limmat hat ja gerade hier das auffallend geringe Gefälle von 1,3 ‰, welches weder thalaufwärts noch thalabwärts wieder erreicht wird. Diese Thatsache scheint für die Dislocation der Kiesmassen zu sprechen. Dass jedoch eine solche daraus nicht zu schliessen ist, sollen folgende, tektonisch abweichenden Gebieten entnommene, Beispiele darthun.

Wettstein sagt[1]): „Der Reuss entlang lässt sich die Terrasse bis Göslikon verfolgen." Nun haben wir bei Göslikon ebenfalls kein besonders starkes Gefälle (weniger als 1,2 ‰) und ebenso wenig rückschreitende Erosion als bei Geroldswil. Ausserdem stellen sich die Schottermassen stromaufwärts von Göslikon, namentlich bei Bremgarten, wieder ein, dann hören sie bei Hermetschwyl auf. Hier steigt das Gefälle allerdings bis über 2 ‰, und es wäre dies die einzige Stelle, wo die Theorie des Rückwärtseinschneidens begründet erschiene, wenn nicht oberhalb Hermetschwyl wieder Terrassen vorhanden wären. In der Gegend von Jonen scheinen die Terrassen endgültig auszugehen, das Gefälle der Reuss beträgt aber nur 1,15 ‰, während bei Göslikon, wo sonst das geringste Gefälle sich kundgibt, wir noch 1,17 ‰ haben.

Ganz dasselbe tritt bei der Aare ein, wo hinter den Wangener Moränen die Terrassen an Höhe über dem Flusse abnehmen, um schliesslich bei Solo-

---

[1]) A. a. O. S. 59.

thurn auszukeilen. Zwischen Wangen und Solothurn ist nun das Aaregefälle nicht einmal gleich 0,8 ‰, d. i. geringer als irgendwo thalabwärts.

Aus diesen Thatsachen geht hervor, dass der Grund des Zusammentreffens der Terrassen mit dem Thalboden nicht — wenigstens nicht für die Hauptthäler — in einem gegenwärtig nur bis zu jener Stelle zurückgegangenen Erosionsprocess des Flusses liegt. Es handelt sich vielmehr um ein unregelmässiges Ausgehen der Terrassen thalaufwärts, innerhalb der Zone der wohlausgebildeten Moränenwälle.

Unregelmässigkeit der Terrassen innerhalb der Moränenwälle.

Es bedarf überhaupt nicht vieler Wanderungen durch die Mittelschweiz, um zur Einsicht zu gelangen, dass jene Unregelmässigkeit in der Terrassenausbildung für das Gebiet innerhalb der grossen Moränenwälle[1]) charakteristisch ist[2]). Schon die Moränenbedeckung bedingt eine gewisse Unregelmässigkeit in jenem Gebiete (so bei Bremgarten, wo der Terrasse eine Moräne aufsitzt), aber auch andere, für Glacialerosion der Kiesmassen sprechende Erscheinungen stellen sich hier ein. Es unterliegt keinem Zweifel, dass die normalen Verhältnisse der Terrassenlandschaft ausserhalb der Moränenwälle anzutreffen sind, so dass Studien über die terrassirten Kiesmassen unserer Thäler vor Allem auf die Erscheinungen des extramoränischen Gebietes sich stützen müssen. Dieses Gebiet allein soll in dieser Arbeit besprochen werden.

---

[1]) Die von *Mühlberg* auf die zweite Eiszeit zurückgeführt wurden.

[2]) Wir sind hier in der sogen. Centraldepression *Penck's*.

I.

Die niederen Terrassen.

1. Aeussere Morphologie.

Allgemeines.

Durch das grosse, zwischen Turgi und Koblenz den Tafeljura durchbrechende Querthal findet die Entwässerung der Mittelschweiz statt.

Von allen Seiten convergiren die Gewässer in Turgi fächerförmig gegen jene Rinne. Von hier werden wir auch bei unserer morphologischen Betrachtung der Schotter auszugehen haben.

Terrassen bei Turgi.

In ausgezeichneter Weise ist die Terrassenlandschaft um Turgi herum, zwischen dem Eingange des Querthales und den zunächst südlich gelegenen, durch die nördlichen Falten des Kettenjura gebildeten, tektonischen Riegeln entwickelt. In fast gleichem Niveau (365—370 m.) treten die breiten Terrassen von Siggenthal-Kirchdorf-Königsfelden-Villnachern auf, in welche die Limmat, Reuss und Aare sich bereits um 30 bis 35 m. eingeschnitten haben.

Ihre Fortsetzung bis zu den Moränenwällen.

Stromaufwärts setzt sich die grosse Terrasse fast ununterbrochen durch die Lägern-Habsburg- und Brunegg-Falten fort. Wenn sie auch in den Engen stellenweise sehr reducirt auftritt, so erlangt sie dagegen oberhalb der Riegel in Wettinger- und Birrfeld eine um so grossartigere Entwickelung. Bald aber stösst die Schotterfläche bei Killwangen, Mellingen, Othmarsingen an die inneren Moränenzüge. Die Alluvionen der Aare allein lassen sich noch durch mehrere Riegel hindurch bis zur Endmoränen-Zone von Solothurn-Wangen verfolgen. Der grösste Theil der Schotter setzt an den Moränen ab, und wenn jenseits derselben die Terrassen nicht fehlen, so haben sie doch eine gewaltige Erniedrigung erfahren, und es treten jene Unregel-

mässigkeiten ein, die uns veranlasst haben, die normalen Verhältnisse ausserhalb des Moränenkranzes aufzusuchen.

Die weite, circa 35 m. hohe Terrasse Siggingen-Nussbaumen[1]) ist eine so deutliche Fortsetzung der Terrasse, auf welcher der Bahnhof Baden liegt, und derjenigen des Wettingerfeldes; die über derselben auftretenden Kiesvorkommnisse sind so vereinzelt, ohne jeden Zusammenhang mit der Terrasse, und die Limmat zeigt sich auch so tief und unvermittelt in den Schotter eingegraben, dass angenommen werden sollte, man habe es hier mit einer circa 35 m. mächtigen Accumulationsstufe zu thun. Fast ebenso deutlich ist an der Reuss die Fortsetzung der Terrasse bei Turgi im Birrfeld wahrzunehmen.

Terrassenbildung (verschiedene Ansichten).

Die Verhältnisse liegen aber in anderen Gebieten ganz anders. Namentlich im Aarethal oberhalb Turgi ist eine vorherrschende Terrasse kaum zu finden; bei Aarau ist sie, wie *Mühlberg* nachgewiesen hat, gar nicht vorhanden[2]). Bis 60 m. und darüber über dem Aarespiegel treten bei Aarau geschichtete Kiesmassen auf; eine Terrasse vicariirt mit zwei, oder zwei mit drei anderen. Es ist daher kein Wunder, dass gerade hier die Ansicht aufgekommen ist, sämmtliche Terrassen seien durch combinirte Erosion und seitliche Verschiebung des Flusses aus einer über 60 m. hohen Ausfüllungsmasse entstanden. Ist aber bei Aarau und Brugg die Ausfüllung über 60 m. hoch gewesen, so kann sie unmöglich bei Königsfelden und Turgi nur noch 35 m. betragen haben. Wir werden also schon jetzt im kleinen Gebiete um Turgi herum auf die beiden scheinbar entgegengesetzten Ansichten über Terrassenbildung in den Schottern hingeführt. Die eine nimmt mehrere, ineinander eingesenkte Ausfüllungsmassen zu Hülfe, die andere begnügt sich mit dem Erosionsmechanismus allein. Die erste Erklärung ist für viele Gebiete die einzig mögliche; dass die letztere aber ebenso fest begründet ist, wird wohl Jedem klar sein, dem der Erosionsmechanismus geläufig ist.

Wir müssen aber von Theorien einstweilen absehen und uns damit begnügen, die Terrassenlandschaft den Flüssen entlang zu verfolgen.

---

[1]) Bei Turgi.

[2]) *Mühlberg*, Die heutigen und früheren Verhältnisse der Aare etc. (Programmarbeit). Aarau, 1885.

Die Terrassen stromabwärts von Turgi.

Im Querthale zwischen Turgi und Koblenz haben wir in allen möglichen Höhen bis zu circa 420 m. Schotterterrassen, besonders zahlreich sind sie in den ersten 35 m. über dem Fluss. Vor allen andern ist ein bestimmtes, südlich von Villigen und bei Würenlingen weite Ebenen beherrschendes Niveau 30 bis 35 m. über dem Strom ausgeprägt, welches nördlich von Böttstein und bei Leuggern wiederkehrt. Dasselbe Niveau lässt sich dann wieder am Ausgange des Schlüchtthales und in demselben, sowie am Rhein südlich von Dangstetten, bei Kaiserstuhl und im Rafzerfelde — wo die Höhe, wie übrigens im Wettinger- und Birrfelde, allmälig zunimmt — verfolgen.

Terrassen am Rhein.

Freilich fehlen hier nirgends tiefere Terrassen, aber sie sind mit unserem Niveau auf's Engste verbunden, während oberhalb desselben meist kein Uebergang zu den stellenweise vorhandenen oberen Terrassen wahrzunehmen ist. Besonders ist das Niveau von 30 bis 35 m. am Ausgange der kleinen und grossen Seitenthäler durch das Vorhandensein eines grossen flachen Schuttkegels angedeutet, der bei den anderen Terrassen kaum wiederkehrt.

In derselben Höhe von circa 30 m. treffen wir bei Leibstatt wieder auf eine ausgedehnte Terrasse; bei Etzgen-Schwatterloch, bei der Rheinsulz liegt die obere Grenze des Rheinkieses circa 30 m. über dem Strome. Demselben Niveau gehört die Terrasse südlich von Laufenburg an, die dem Berge entlang als schmaler Streifen, die höchste Schotterterrasse darstellend, zu verfolgen ist. Erst vor dem Frickthal haben wir wieder einige Ueberbleibsel höherer Terrassen, während das 30 m. Niveau fast ununterbrochen bis hoch in's Frickthal hinauf — offenbar einen alten Thalboden bildend — sich fortsetzt. Nördlich von Kaisten-Stein, sowie bei Säckingen ist die grosse Diluvialmasse von 30 m. an abwärts mehrfach gegen den Rhein abgestuft. So geht es bis nördlich von Möhlin, wo eine ausgesprochene 30 m. Stufe sich von Neuem einstellt und mit grosser Regelmässigkeit bis unter Basel sich hinauszieht. Die deutlichen Terrassen in den Thälern der Ergolz und der Birs gehören diesem Niveau an; sie sind seine unmittelbare Fortsetzung. Es ist überhaupt eine allgemeine Erscheinung, dass die Schotterterrassen der Seitenthäler die Fortsetzung der 30 m. Stufe des Hauptthales bilden.

Terrassen der Seitenthäler.

Vorherrschen der Stufe von ca. 30 m.

Ebenso auffallend ist, dass in der Regel mit der Höhe von 30 bis 35 m. über dem Fluss nach oben die Grenze der deutlichen, auf lange Strecken verfolgbaren Terrassirung erreicht ist. Obere Terrassen sind vorhanden, ihre Verbreitung ist aber weit geringer. Ihre höheren Theile lassen sich einem ziemlich beständig wiederkehrenden Niveau von circa 100 m. einordnen, ihre Oberfläche ist unregelmässig; wo sie vorhanden sind, fallen sie meist unvermittelt zur 30 m. Stufe ab. Sie sind mit Löss bedeckt; ja selbst der steilere Rand gegen die 30 m. Terrasse liegt noch unter Löss, während dieses Gebilde, in ursprünglicher Gestalt, von 30 m. an abwärts meist nicht zu finden ist. Doch, ich will hier diesen Verhältnissen nicht weiter vorgreifen. Einstweilen sei nur das Vorherrschen der Stufe von circa 30 m. hervorgehoben, wie es aus unseren Betrachtungen hervorgeht. Das Dominiren dieses bestimmten Niveau's unter den Terrassen ist so deutlich, dass dasselbe für die Anlage der Bahnlinien in der Nordschweiz massgebend geworden ist!

Es wurde mir von geschätzter Seite eingewendet, dass, wenn sich eine Stufe überall verfolgen liesse, dies nur auf Täuschung beruhe, indem die Höhe des Innenrandes einer Terrasse mit derjenigen der mittleren Theile einer anderen, oder gar mit der Quote des Aussenrandes einer dritten verglichen wurde. Ich verkenne die Schwierigkeit keineswegs, muss aber denen entschieden widersprechen, die meinen, die Höhe des Innenrandes allein sei massgebend. Das Letztere ist der Fall, wenn wir an demselben im Aufschlusse die höchste Lage des normalgeschichteten Kieses der tieferen Terrasse feststellen können. Trifft dies nicht zu, so ist grosse Vorsicht nothwendig. Fast stets wird der Innenrand durch herabgeschwemmtes Material erhöht, so dass es oft nicht möglich ist, die Anomalie mit Sicherheit zu constatiren.

Jeder, der das gesammte Thalsystem der Nordschweiz untersucht, muss zur Erkenntniss eines vorherrschenden, leicht verfolgbaren Niveau kommen. Dieses Niveau von circa 30 m. Höhe über dem Fluss tritt übrigens schon einigermassen in der 1 : 25,000 Karte der Schweiz hervor. Allerdings ist, wie *Mühlberg* bemerkt, die Karte ganz unzulänglich, und es sind Untersuchungen an Ort und Stelle nothwendig.

Ich glaube daher eine nähere Betrachtung der thatsächlich vorhandenen Stufe folgen lassen zu müssen. Ob sie ein Erosions- oder ein Accumulations-

product sei, ist einstweilen ganz gleichgültig. Beides ist erklärlich, entweder durch die Auffassung dieser Stufe als selbständige Accumulation, oder durch die Annahme einer Verlangsamung, vielleicht eines Stillstandes der Tiefenerosion während einer bestimmten Zeit. In beiden Fällen ist unter den zuletzt gebildeten Terrassen das Niveau von circa 30 m. die jüngste, fast überall, selbst in den grossen und kleinen Seitenthälern verfolgbare Stufe. An ein Verfolgen tieferer, längerer Terrassen ist nicht zu denken; hier treten die von *Mühlberg* trefflich geschilderten Aarauer Verhältnisse ein, die nach meiner Ansicht auch gar keine andere Deutung zulassen. Unterhalb des 30 m. Niveau gibt es keine allgemeine Stufe mehr, sondern nur noch mehr oder weniger lokale Terrassen.

Die niedere Terrasse.

Im Gegensatz zu den oft erwähnten höheren Terrassen werde ich für diese jüngste allgemeine Stufe die Bezeichnung „niedere Terrasse“ von nun an benutzen.

Gefällsverhältnisse der Niederterrassen.

Tabellen siehe umstehend.

Zur Erläuterung dieser Tabellen scheinen mir folgende Bemerkungen nothwendig:

Die Thäler sind in eine Anzahl passender, ziemlich gleich langer Sectionen eingetheilt, deren Endpunkte mit Stellen zusammentreffen, die eine möglichst genaue Bestimmung der Terrassen- und Flusshöhen auf Grund der Quotenangaben der 1 : 25,000 Karte gestatten.

Bei der Ermittelung der Terrassenhöhe suchte ich mich der oberen Grenze der ursprünglichen Kiesschichten zu nähern. Dafür sind Beobachtungen an Ort und Stelle natürlich unerlässlich, ohne welche allerlei locale Fehler mit unterlaufen müssten. Die Fehlergrenze in den Höhenbestimmungen ist schwer anzugeben, in einzelnen Fällen übersteigt sie 1 m. nicht, in andern beträgt sie wohl mehr. Die Höhenangaben werden eher etwas zu klein als zu gross sein.

Als Entfernung zweier Sectionspunkte diente in der Regel sowohl beim Fluss als bei der Terrasse die kürzeste, in der Terrassenebene zwischen beiden Punkten gezogene Linie. Die Gefällswerthe sind also, besonders beim Fluss, als Maxima zu betrachten.

Gefällsverhältnisse des Niederterrassenschotters.

№	Strecke.	Höhendifferenz der Endpunkte i. M. Terrasse.		Höhendifferenz der Endpunkte i. M. Fluss.		Abstand der Endpunkte i. M.	Gefälle in ‰. Terrasse.	Gefälle in ‰. Fluss.	Bemerkungen.
Tabelle I.	**Rheinthal.**								
1	Basel-Rheinfelden . .	280 300	20	252 270	18	16,500	1,2	1,1	
2	Rheinfelden{Stein [1]) . Säckingen	300 320	20	270 289	19	17,000	1,2	1,1	[1] Flusshöhe bei Sisseln. Terrassenhöhe südlich von Sisseln.
3	Stein-Laufenburg . .	320 330 [2]	10	289 299	10 4 6	7,000 5,200 1,800	1,4	1,4 [0,8 [3]] [3,3 [4]]	[2] Sehr unsicher. [3] Unterh. d. Laufen. [4] In den Laufen.
4	Laufenburg-Koblenz .	330 345	15	299 [5] 315	16	15,000	1,0	1,06	[5] Noch v. d. Laufen beeinflusste Stelle.
5	Koblenz-Kaiserstuhl .	345 372	27	315 334	19	15,000	1,8	1,2	
6	Kaiserstuhl-Rafz (resp. Tössmündung)	372 420	48	334 341	7	10,500	4,5	0,7	Weiter moränenartige Landschaft.
	Σ und Mittelwerthe .		(142)		(91)	80,000	1,87	1,16	
	Controle		142		91	81,500	1,74	1,11	
Tabelle II.	**Aarethal.**								
1	Koblenz-Turgi(Bahnh.)	345 [1] 365	20	314 333	19	12,500	1,6	1,5	[1] Unsicher.
2	Turgi-Olten	365 418	53	333 390	57	34,000	1,6	1,7	
3	Olten-Fulenbach . .	418 435	17	390 403	13	9,500	1,7	1,4	
4	Fulenbach-Bannwil .	435 460	25	403 414	11	8,500	2,9	1,3	Dann weiter Moränenwälle.
	Mittelwerthe					64,500	1,8	1,6	
	Controle		115		100	63,000	1,8	1,6	
Tabelle III.	**Reussthal.**								
1	Turgi-Mülligen . . .	365 370	5	333 341	8	4000 [1] 5000 [2]	1,25	1,6	[1] = Terrasse. [2] = Fluss.
2	Mülligen-Birrhard . .	370 385	15	341 343	2	2000	7,5	1,0	Wegen der vielen gegenwärt. Flusswindungen. Dann Moränen.

Gefällsverhältnisse des Niederterrassenschotters.

Strecke.	Höhendifferenz der Endpunkte i. M. Terrasse.		Fluss.		Abstand der Endpunkte i. M.	Gefälle in ‰. Terrasse.	Fluss.	Bemerkungen.
Tabelle IV.	**Limmatthal.**							
Turgi-ob Nussbaumen . .	370 385	15	332 345	13	5000	3,0	2,6	
Nussbaumen-Wettingen .	385 395	10	345 358	13	3000 3500[1]	3,3	3,7	[1] = Fluss. Wegen der vielen Windungen.
Wettingerfeld	. .	.	. .	.	. . . . bis	8		Dann weiter Moränen.
	Trockenthäler.							
Tabelle V.	**Dünnernthal.**							
Olten-N. v. Kappel . . .	420—428		8		4,500	1,8		
Kappel-Härkingen . . .	428—436		8		4,000	2,0		
Härkingen-Niederbuchsiten	436—445		9		2,700	3,3		
Niederbuchsiten-Oensingen	445—456		11		3,300	3,3		
Tabelle VI.	**Klettgau.**							
Koblenz-N. v. Griessen . .	345—395		50		14,500	3,4		
Griessen-Trasadingen . .	395—408		13		3,500	3,7		
Trasadingen-Neunkirch . .	408—430		22		5,800	3,8		
Neunk.-N. v. Guntmadingen	436		6		4,200	1,3		
Guntmad.-bei Engebrunnen	455		19		3,300	6,0		

Tabelle VII. **Seitenthäler.**

№			Höhe.	Differenz.	Abstand.	Gefälle ‰.
1	Birs	S. v. Basel-bei Aesch	288—318	30	7000	4,2
2	Ergolz	bei Pratteln-Lausen	300—345	45	7000	6,4
3	Hinter Frenkenbach	bei Liestal-b. Bubendorf	346—366	20	2250	8,9
4	Frickthal	Eiken-Hornussen	324—375	51	7250	7
5	Mettauer Bach . .	Thalausgang-Wyl	340—380	40	3500	11

Tabelle VIII. **Unteres Emmenthal.**

Biberist-bei Bätterkinden	450—473	23	5200	4
Bätterkinden-N.-Jägenstorf	473—515	42	8500	5
			Weiter Moränen.	

Es schien mir angemessen, bei einigen Tabellen das Mittel aus den Gefällswerthen der einzelnen Sectionen zu nehmen und dasselbe mit dem, aus Höhendifferenz und Abstand[1]) der absoluten Endpunkte berechneten Gefälle zu vergleichen.

Das sorgfältig von *Mühlberg* untersuchte Aaregebiet oberhalb Turgi wurde von mir wenig berücksichtigt; einmal, weil die 30 m. Stufe sich dort nicht überall mit Sicherheit verfolgen lässt, dann auch darum, weil es eben bisher am eingehendsten durchforscht wurde.

Rheinthal.

Die Höhe der Terrasse bei Basel ist zu 280 m. angenommen worden. Der auf der Terrasse gebaute Bahnhof liegt allerdings 282 m. hoch, und an der Birs, kaum 3 km. vom Bahnhofe, steigen die Schotter bereits über 285 m. Allein wir haben es hier mit Erhöhungen durch Schuttkegel der Birs — am Bahnhof wahrscheinlich der Birsig — zu thun, wie übrigens die topographische Karte es andeutet.

Erhöhung am Ausgange der Seitenthäler.

Es ist eine allgemeine Erscheinung, dass am Ausgange fast eines jeden Seitenthales die Terrassenoberfläche eine geringe Erhöhung erfährt. Ganz ähnlich verhält es sich in den breiten Thälern oberhalb der Seen, wo die Flüsse nicht mehr von Hochgestaden begleitet werden. Es ist dieses Umstandes stets zu gedenken, wenn man die Höhe einer Terrasse am Ausgange eines Seitenthales bestimmt. Vielleicht wäre es besser, solche Stellen ausser Acht zu lassen; allein, da die Terrassen infolge der ablenkenden Einwirkung des Seitenflusses auf den Hauptstrom gerade dort sich prächtig erhalten zeigen, so ist die Benutzung derselben zu Höhenbestimmungen nicht zu vermeiden. Uebrigens ist diese Fehlerquelle oft zu beseitigen, indem da, wo am Ausgange der Seitenthäler in den Schottern das Material des Hauptstromes häufig vorkommt, die Erhöhung als eine geringe sich kund gibt.

Bemerkenswerth ist in Section 2, sowie in der vorhergehenden, das grössere Gefälle der Schotterterrasse demjenigen des Flusses gegenüber.

In 3 sind beide Gefälle gleich gross, allein wir müssen hier die Stromschnellen in Betracht ziehen, in welchen allein das Gefälle auf 3,3 $^0/_{00}$ steigt.

---

[1]) In diesem Falle ist der Abstand auf der 1 : 100,000 (Dufour) Karte abgemessen; in den einzelnen Sectionen auf der 1 : 25,000 Karte.

Berechnen wir das Rheingefälle von Sisseln bis unterhalb der Laufen, so erhalten wir 0,8 $^0/_{00}$. Es ist höchst wahrscheinlich, dass die Stromschnellen von Laufenburg als ein zufälliges Product des Nichtzusammentreffens des Flusses mit seinem ursprünglichen Bette zu betrachten sind; es wäre daher eher letzterer Werth von 0,8 $^0/_{00}$ mit den früheren zu vergleichen als derjenige von 1,4, und es ergäbe sich daraus von Neuem ein geringeres Gefälle des jetzigen Flusses.

Von Laufenburg bis Koblenz haben wir wiederum ein etwas grösseres Gefälle des Flusses; allein es zeigt sich auch hier, dass die untere Höhenzahl von 299 m. noch durch die Laufen beeinflusst wird. Führen wir die Berechnung für die Strecke Rheinsulz-Koblenz aus, so erhalten wir 0,96 gegenüber 1,0 Terrassengefälle.

Beträchtlich grösser wird das Gefälle der Terrasse zwischen Koblenz und Kaiserstuhl (1,8 gegen 1,2 Flussgefälle) und besonders zwischen Kaiserstuhl und Rafz resp. Tössmündung (4,5 gegen 0,7). Dass das Rafzerfeld zum Niederterrassenschotter des Rheines gehört, geht aus seinem Zusammenhange mit jenem, ebenso wie aus der Richtung seines Gefälles, d. i. aus den topographischen Verhältnissen, klar genug hervor. Uebrigens würden Aufbau und Zusammensetzung seiner Kiesmassen keine andere Annahme zulassen.

Am oberen Ende des Rafzerfeldes gelangen wir zu einer Hügellandschaft, die an diejenige der inneren Moränen-Zone erinnert. *Penck*[1]) und *Brückner*[2]) ziehen allerdings die Grenze der letzten Vergletscherung viel weiter östlich; ich kann mich ihrer Ansicht jedoch nicht anschliessen und werde weiter nachzuweisen suchen, dass beim letzten grossen Gletscherstand die Eismassen nach Osten das Rafzerfeld begrenzten.

Es zeigt sich also hier beim Rheine, dass das Gefälle der Terrassen im Allgemeinen steiler ist, als dasjenige des Flusses. Haben wir es nun mit einer Gesetzmässigkeit zu thun oder ist unsere Bestimmungsmethode fehlerhaft? Terrassengefälle grösser als Flussgefälle.

---

[1]) *Penck*, Der alte Rheingletscher. S. A. aus dem Jahresber. der geogr. Gesellschaft in München, 1886. Heft 11.

[2]) *Brückner*, Die Vergletscherung des Salzachgebietes. Wien, 1886.

Ich glaube, dass gegen die Auswahl der Punkte, deren Quoten den Berechnungen als Unterlage gedient haben, sich um so weniger einwenden lässt, als ich alle diese Punkte kenne und stets bestrebt war, die etwaigen localen Fehlerquellen zu beseitigen. Vielleicht könnte man mit der Ermittelungsmethode der Abstände nicht einverstanden sein, namentlich nicht mit der Anwendung derselben Zahl auf den Fluss und die Terrasse. Ich habe bereits erwähnt, dass die gemessenen Abstände Minima seien, und folglich zu Gefällsmaxima führen. Hätten wir aber als Entfernung zweier Punkte die Gesammtlänge des heutigen Flusses gewählt, so würden wir Minimalwerthe erhalten haben. Um diese sehr unwahrscheinliche, aber möglicherweise doch vorhandene Fehlerquelle zu beseitigen, theilen wir nun den Rheinlauf zwischen Basel und Kaiserstuhl, d. i. das Gebiet, wo Terrassen- und Flussgefälle am nächsten stehen, in zwei Theilstrecken ein und wenden die Maximallänge in der Berechnung des Terrassengefälles, die Minimallänge in derjenigen des Flussgefälles an. Es ist dann, wenn die Stromschnellen von Laufenburg als Anomalie weggelassen werden:

	Max. Abstand.	Min. Abstand.	Min. Terr. ‰	Max. Fluss. ‰
Basel-Laufenburg	45,000	40,000	1,15	1,07
Laufenburg-Kaiserstuhl	35,000	30,000	1,20	1,06

Oder bei Rafz (resp. Tössmündung) ohne Ausschaltung des Laufenburger Durchbruches:

Basel-Rafz (resp. Tössmündung)	92,000	80,000	1,5	1,1

Wir dürfen also den Satz aufstellen, dass beim Rhein das Gefälle der Niederterrasse steiler ist als das Flussgefälle.

Das Aarethal.

Die Tabelle II, das Aarethal betreffend, zeigt ähnliche Verhältnisse bis Turgi und von Olten an aufwärts. Zwischen Turgi und Olten ist es umgekehrt, was wahrscheinlich in den vielen eingeschalteten tektonischen und Erosionsriegeln seinen Grund hat[1]). Die Mittelwerthe stimmen auch mit den Rheinverhältnissen überein. Aus Tab. II geht ausserdem ein verhältnissmässig

[1]) Auch die 30 m. Stufe ist entsprechend den vielfach gestörten Gefällsverhältnissen des Flusses nicht deutlich, wie früher erwähnt.

rasches Ansteigen der Schotter gegen die innere Moränen-Zone von Wangen hervor. Dasselbe lässt sich im Trockenthale der Dünnern[1]) auch deutlich wahrnehmen (Tab. V), ebenso im unteren Emmenthale gegen die Moränen nördlich von Bern (Tab. VIII).

Reussthal.

Aus den Tabellen III und IV ersehen wir, dass das Verhältniss der beiden Gefälle, wie es uns am Rhein entgegentrat, in den Riegeln sich gerade in sein Gegentheil umkehrt. Oberhalb Mülligen (Tab. III) tritt das Rheinverhältniss dann um so mehr hervor; freilich ist die Moräne auch nicht mehr weit entfernt, und es gibt sich schon das Ansteigen gegen dieselbe kund.

Limmatthal.

Bei der Limmat (Tab. IV) fallen die Schotter vom Riegel abwärts steiler als der Fluss ab, ebenso hinter dem Riegel, wo das Wettingerfeld gegen die Killwanger Moräne ansteigt.

Unter normalen Umständen ist das Rheinverhältniss beider Gefälle, also auch für die andern Flussgebiete, normal:

Das Gefälle des Niederterrassenschotters ist in der Regel steiler als das Flussgefälle.

In den Riegeln wird dieses als normal zu betrachtende Verhältniss meist umgekehrt.

Verschiedene Terrassenhöhen bei Turgi.

In den Tab. II, III und IV sind für die Terrassenhöhe bei Turgi verschiedene Werthe angenommen worden. Ich wurde dazu durch den Umstand veranlasst, dass die grosse Limmat-Terrasse von Kirchdorf-Siggingen circa 370 m. hoch liegt, während die Aare-Reuss-Terrassen bei Königsfelden und Gebensdorf thatsächlich etwas tiefer sind. Westlich von Unter-Siggingen bricht die Limmatterrasse plötzlich in einem 10 m. hohen Steilrande zum Königsfelden-Gebensdorfer-Niveau ab. Es macht in der That der Thalboden von Siggingen-Nussbaumen ganz den Eindruck eines an den Aare-Reuss-Terrassen absetzenden steileren Schuttkegels, der von der vereinigten Reuss und Aare angenagt worden wäre. Mit dieser Auffassung stimmt das relativ steile Gefälle der Limmat-Terrasse überein, ebenso ihre Zusammensetzung aus verhältnissmässig sehr grobem Schotter. Mit dem

[1]) Als Trockenthäler werden hier nicht nur flusslose Thäler bezeichnet, sondern auch solche, in welchen nur noch so geringe Wassermassen fliessen, dass eine Erosion in den Kiesen bisher nicht oder nur am unteren Ende stattgefunden hat.

Gefälle der Limmat musste dasjenige ihrer eigenen Terrassen verglichen werden; so ist in Tab. IV die unser Gefällsgesetz viel eher beeinträchtigende Zahl 370 eingeführt worden.

Der Klettgau.

Der Klettgau (Tab. VI) ist vollkommen von Kiesmassen ausgefüllt und besitzt kein einheitliches Gefälle mehr. In der Mitte des Thales zieht sich ein mit Löss bedeckter, aus Schottern zusammengesetzter Hügelzug hin, der auf beiden Seiten von Schotterböden begleitet wird; diese Böden sind eine Fortsetzung unserer Stufe. Der nördliche lässt sich in der Richtung von Unterhallau und Neunkirch, der andere bis gegen Weissweil-Osterfingen hin verfolgen. Der Erzinger-Hallauer Thalboden scheint sich über Neunkirch gegen Guntmadingen-Enge fortgesetzt zu haben, nachträglich aber vom Schuttkegel des Seltenbaches erhöht, ja ganz verschüttet worden zu sein[1]). Die Fortsetzung gegen Beringen-Guntmadingen ist heutzutage nicht mehr deutlich. Der ganz flache Thalboden westlich von Guntmadingen scheint sich nicht als eine Seeausfüllung deuten zu lassen.

Das Ansteigen gegen Engebrunnen erinnert lebhaft an das verhältnissmässig starke Gefälle der Schotter bei den inneren Moränen von Wangen a./A.-Mellingen-Killwangen. Da südlich davon das Rafzerfeld ebenso gegen Osten ansteigt, so fragt es sich, ob die Hügellandschaft östlich von Rafz nicht ein Theil der ehemaligen inneren Moränen sei.

„Innere Moränen" des Rheingletschers.

Von *Favre*[2]) wird wirklich ein Moränenwall an dieser Stelle angegeben und, obschon es mir unmöglich war, mehr als einige dürftige Aufschlüsse zu finden, so kann ich mich *Favre* nur anschliessen.

Wandert man durch die Ortschaften Rafz oder Rüdlingen, so fällt einem die ziemlich grosse Anzahl der beim Häuserbau verwendeten erratischen Blöcke auf. Auch östlich von Rafz fehlt es auf der Ebene und im Walde

---

[1]) Eine Bestätigung dieser, zunächst auf die äussere Erscheinung begründeten Ansicht fand ich in *Kollbrunner's* Schrift: „Zur Morphologie der Thalbildungen etc. . . ." (Frauenfeld, 1876), p. 18, nach welcher ein in Neunkirch gebohrter Brunnenschacht zuerst durch Juradiluvium, dann durch Alpenkies ging.

[2]) Carte du phénom. erratiq. et des anc. glaciers, etc. 1884. Bl. II.

nicht an grossen Geschieben, denen man die Bezeichnung von Blöcken kaum absprechen kann. Ausserdem fand ich bei Sulgen und Nack in frisch ausgehobenen kleinen Drainirungsgräben eine Anzahl von ausgezeichnet gekritzten Geschieben. Namentlich aber sind deutliche Grundmoränen nördlich von Rüdlingen bei Jestetten und süd-westlich von Neuhausen vorhanden, die ihre Fortsetzung in den Schaffhausener Moränen finden. Sie alle liegen auf der niederen Terrasse, die hier bereits stark an Höhe abgenommen hat. Eine solche Bedeckung der Niederterrasse mit Gletscherschutt ist aber anderwärts nur an den inneren Moränen wahrzunehmen.

Südlich von Nack hört die Hügellandschaft auf und das Feld, d. i. die Kiesmasse[1]) setzt im Osten gegen den Rhein hin ab. Es liegt auf der Hand, dass die einst hier vorhandenen Moränen durch den fast parallel fliessenden, nach Westen drängenden Rhein abgetragen worden sind. Nebst der Moränenbedeckung der niederen Terrasse spricht das häufige Auftreten der Sernefite im Kiese des Rafzerfeldes dafür, dass wir es mit inneren Moränen zu thun haben. Zeichnen sich ja auch die Moränen der sogenannten ersten Eiszeit dadurch aus, dass die Sernefite ein viel weiter westlich liegendes Gebiet einnehmen und selbst am rechten Zürichseeufer nicht oft vorkommen — eine Erscheinung, die *Wettstein* trefflich durch den vermehrten Zufluss seitens des Rheingletschers während der grossen Vereisung erklärte[2]).

So wird unsere, wegen der Gefällsverhältnisse des Niederterrassenschotters ausgesprochene Vermuthung nur bestätigt:

Das Rafzerfeld grenzte im Osten an einen inneren Moränenzug[3]).

Aus den vorliegenden Tabellen I—VI und VIII dürfen wir jetzt den Satz ableiten, dass:

---

[1]) Es wäre doch nicht ganz unmöglich, dass hier noch eine ganz geringe, durch den Ackerbau verwischte Moräne auf dem Kiese vorhanden sei. Aufschlüsse fehlen.

[2]) *Wettstein*, Geol. v. Zürich, S. 22.

[3]) Schon *Gutzwiller* (Die löcherige Nagelfluh, Bericht der Gewerbeschule zu Basel 1879—80) lässt den Rheingletscher in der sogen. zweiten Eiszeit Schaffhausen erreichen (S. 28). Seine Gründe sind, wie aus dem Folgenden hervorgehen wird, nicht durchaus stichhaltig.

der Niederterrassenschotter sich, unter bedeutender Gefällszunahme, an die inneren Moränen anschliesst. Er fällt nach Aussen von diesen ab[1]).

Gefällszunahme der Schotter bei den „inneren Moränen".

Da es ausserdem nicht uninteressant erschien, die Gefällswerthe der niederen Terrassen in Thälern kennen zu lernen, die von jeher durch geringere Wassermassen durchströmt wurden, so habe ich, vorzugsweise nach Karten, die Tabelle VII berechnet. Aus ihr geht klar hervor, dass den Schottern der Seitenthäler ein steileres Gefälle eigen ist als den Hauptthalschottern, was ja auch infolge der geringeren Wassermenge und der daraus sich ergebenden, noch verhältnissmässig geringeren Stosskraft von vornherein zu erwarten war.

Zusammenfassung.

Wir haben nun durch die morphologische Betrachtung unserer Haupt- und Seitenthäler eine vorherrschende Terrassenstufe erkannt, in welcher die Flüsse, hin- und herschwankend und Terrassen zurücklassend, nach und nach sich eingesenkt haben.

Es zeigte sich, dass die Oberfläche jener alten Thalstufe etwas steiler stromabwärts geneigt ist, als der Lauf der Flüsse; dass die aus den Seitenthälern hervorbrechenden Flüsse steiler geneigte Terrassen besitzen als der sie aufnehmende Hauptstrom, und dass sie infolge dessen die Terrassen des Hauptthales vor Ausgang ihrer eigenen Thäler häufig erhöht, d. i. ihre Schuttkegel in das Hauptthal hinaus gebaut hatten.

Dann wurden wir auf das relativ steile Ansteigen des Niederterrassenschotters gegen die inneren Moränen aufmerksam. Die weiter abwärts 30 bis 35 m. über dem Fluss gelegene Stufe erreicht in unmittelbarer Nähe der Moränen hie und da 60 m. Mächtigkeit.

Wir haben auch noch das Abbrechen der Schotter an den inneren Moränen kennen gelernt; freilich setzen sie sich jenseits derselben noch fort, aber ihre Mächtigkeit ist eine beträchtlich geringere, und bald trifft ihre Oberfläche mit dem Flussniveau wieder zusammen, ohne dass dabei der Fluss sich

---

[1]) In demselben Sinne äussert sich *Brückner*. A. a. O., p. 57.

in den Schottern rückwärts einschnitte. Innerhalb der Moränen ist das Vorkommen der Schotter ein gestörtes.

Die Frage, ob die im Vorhergehenden nach ihren äusseren Eigenschaften behandelte grosse Thalstufe als eine selbständige Ausfüllung bereits vorhandener Thäler zu betrachten sei oder ob sie etwa auf dem Wege der Erosion aus einer viel grösseren Aufschüttungsmasse hervorgegangen wäre, liessen wir bisher unentschieden. Erst später wird es möglich sein, die Theorie *Mühlberg's* näher zu prüfen.

So wenden wir uns nun zum inneren Aufbau des Niederterrassenschotters.

2. Innerer Aufbau.

Erratische Bestandtheile.

Es ist eine schon lang bekannte Thatsache, dass die Bestandtheile der Kiesterrassen der Mittel- und Nordschweiz, meist alpinen Ursprunges, d. i. eigentlich erratisch sind, und dass sie im Allgemeinen mit denjenigen der sie bergwärts abgrenzenden Moränenzüge übereinstimmen[1]).

In allen Gebieten unseres Vaterlandes sind Untersuchungen über die Verbreitungsbezirke der alpinen Gesteinsarten in den erratischen Bildungen angestellt worden; wir dürfen daher erwarten, sie in der angekündigten Textbeilage zur prächtigen Gletscherkarte von *A. Favre* zusammengefasst zu finden. Dieser Umstand war es, der mich bestimmte, meine nur zu knapp bemessene Zeit nicht so sehr auf die Untersuchung der Bestandtheile hinsichtlich ihres Ursprunges, als vielmehr auf die noch wenig berücksichtigten Lagerungsverhältnisse der Schotter zu verwenden und das ganze Thema mehr vom dynamischen Standpunkte aus zu behandeln.

Im Folgenden sollen nun kurz die Hauptresultate meiner Beobachtungen über die unzähligen Kiesgruben und natürlichen Aufschlüsse längs des Rheines, der Limmat, der Reuss etc. zusammengefasst werden. Wegen der Einförmigkeit der Erscheinungen glaube ich auf die Schilderung der einzelnen Aufschlüsse verzichten zu sollen.

Ist das Material des Niederterrassenschotters zum grössten Theil alpin, erratisch, so erinnert seine Lagerung lebhaft an eine Flussbildung. Ueberall

[1]) Siehe ein lehrreiches Beispiel bei *Wettstein*, Geol. von Zürich. S. 25.

sind die Gerölle schichtweise nach der Grösse sortirt, die einzelnen Schichten wechsellagern regelmässig. Fast immer ist eine dachziegelförmige Lagerung der Geschiebe wahrzunehmen, und es ist bisher wohl nur von *Hogard*[1]) den Schottern der Charakter einer Flussbildung abgesprochen worden. Da seine Ansichten seit 30 Jahren nie einen zweiten Anhänger gefunden haben, so darf ich sie einstweilen übergehen.

Zunahme der Geschiebegrösse bergwärts.

Dieser Charakter der Ablagerung und der alpine Ursprung des Materiales machen es begreiflich, dass die Geschiebegrösse gegen das Gebirge hin zunimmt.

Beim ersten Blicke in die zahlreichen Kiesgruben längs des Rheines möchte man vielleicht versucht sein, eine solche gesetzmässige Zunahme nach Innen zu leugnen. Allein eine nähere Prüfung ergibt, dass die sehr häufig sich einstellenden Störungen dieses normalen Verhältnisses lediglich den Schwarzwaldflüssen zuzuschreiben sind.

Wie heutzutage noch, verfrachteten jene Ströme damals schon viel gröberes Geschiebe als der Rhein; und so findet man unweit Basel in den Kiesgruben über kopfgrosse Schwarzwaldgeschiebe, wo die gesellig mit ihnen auftretenden alpinen kaum noch die Grösse einer Faust aufweisen. Nur hie und da, ganz vereinzelt, treten grössere alpine Geschiebe im Kiese auf. Regelmässige Wechsellagerung von Gerölle und Sand ist bei Basel häufig wahrzunehmen, während man eine solche Erscheinung bei Klingnau meist vergeblich suchen würde. Hier gibt es nur noch Gerölle, unter welchen die kopfgrossen nicht allzu selten sind. Kurz oberhalb Turgi stellen sich die kubikfussgrossen Geschiebe in ziemlich grosser Zahl ein. Eine mittlere Grösse der alpinen Gerölle an den einzelnen Stellen angeben zu wollen, ist kaum möglich, sind doch die Schwankungen innerhalb einer und derselben Kiesgrube nicht unbeträchtlich und grösser noch von einer Kiesgrube zur andern, selbst bei nahe aneinander liegenden Aufschlüssen. [2])

---

[1]) Coup d'œil sur le terrain erratique des Vosges. Epinal 1851. Recherches sur les glaciers et les formations erratiques des Alpes de la Suisse. Epinal 1858.

[2]) Sogar 2—3 km. unterhalb der Moränen, wo über cubikfussgrosse Gerölle keine Seltenheit sind, gibt es doch in mancher Kiesgrube nur gleichmässig feines Material. So muss man an diese, im grossen Ganzen äusserst klare Erscheinung der Zunahme der Geschiebegrösse bergwärts, keine allzu schematische Vorstellungen anknüpfen.

Die Kiesgruben liegen zumeist in den oberen Lagen des Niederterrassen- schotters. Diese oberen Schichten sind bei der Aufstellung des Gesetzes der Abnahme der Geschiebegrösse thalabwärts berücksichtigt worden. Die in ihnen vorkommenden Gerölle sind nach ihrer Grösse indessen nicht für die ganze Mächtigkeit der Terrasse massgebend. Zunahme der Geschiebegrösse nach oben.

Eine genaue Beobachtung lässt nämlich ausser der erwähnten Abnahme der Geschiebegrösse thalabwärts noch eine Abnahme im senkrechten Sinne von den oberen Schichten der Terrasse nach unten wahrnehmen.

Es ist dies von einer ganzen Anzahl von Beobachtern bereits erkannt worden. Angaben darüber sind in der Litteratur zerstreut. Leider lässt sich blos in den seltensten Fällen ermitteln, ob diese Beobachtung auf unsere niedere Kiesterrasse sich bezieht. In seinem zweiten Berichte[1]) stellt *Mühlberg* schon die Abnahme der Geschiebegrösse nach unten als „eigenthümliche Erscheinung der Flussterrassen“ [2]) hin. Aehnliches erwähnt *Schill* [3]) vom Diluvium der Schwarzwaldthäler.

Unterhalb Wettingen sind die Kieslager in ihren unteren Theilen aus feinerem Materiale aufgebaut, während in den oberen Schichten über kubikfussgrosse, zum Theil noch eckige Geschiebe häufig sind. Aehnlich verhält es sich bei Baden. Auch südlich von Fahrwindisch sind die Gerölle 3 m. über dem Reussspiegel kaum faustgross, in den höchsten Aufschlüssen oberhalb des Krankenhauses über kubikfussgross. Bei Königsfelden und Brugg stellt sich die nämliche Erscheinung ein. Das Material besteht aber meist aus Aaregeschieben, die insgesammt kleiner sind und in den höchsten Lagen die Grösse eines Kinderkopfes nicht erheblich überschreiten.

Es ist sogar möglich, dass unsere Kieslager nach unten in Sand und Lehm übergehen. Dieses Verhältniss habe ich, bei sehr tiefem Wasserstande, an zwei Stellen beobachtet: nämlich an der Reuss oberhalb Fahrwindisch und an der Aare zwischen Wangen a. A. und Aarwangen.

---

[1]) Zweiter Bericht über die Untersuchung der erratischen Bildungen im Aargau von *F. Mühlberg*. In den Mittheilungen der aarg. naturf. Gesellschaft I. 1878.

[2]) a. a. O. S. 83.

[3]) Beiträge zur Statistik der innern Verwaltung des Grossh. Baden. 23. Hft. *Schill*, Geol. Beschreibung der Umgebung von Waldshut. S. 28. Carlsruhe 1866.

Von Turgi an abwärts ist es äusserst schwer, solche prägnante Beispiele der Abnahme der Geschiebegrösse nach der Tiefe wiederzufinden; es gibt vielmehr in den Kiesgruben eine Wechsellagerung von gröberem und feinerem Materiale von unten bis oben. Dies rührt augenscheinlich davon her, dass die drei in Turgi zusammenfliessenden Ströme stets Gerölle verschiedener Grösse geführt haben. Thatsächlich enthalten die Reuss- und besonders die Limmatterrassen gröberes Material als die Aareschotter. Dementsprechend fanden wir früher die Limmatterrasse steiler geneigt als die anderen. Noch viel gestörter sind die Verhältnisse am Rhein längs des Schwarzwaldes.

Dessen ungeachtet glaube ich dennoch behaupten zu dürfen, dass in der Regel die grössten Geschiebe wenig (1 bis 3 m.) unter der Oberfläche der Terrasse liegen und dass ausserdem in den unteren Theilen des Niederterrassenschotters vorzugsweise kleine Geschiebe sich vorfinden.

Eine einzige deutliche Ansnahme ist mir am Rande des Schwarzwaldes bekannt; westlich von Mettau nämlich sind Aufschlüsse in den mittleren und oberen Theilen des Niederterrassenschotters vorhanden, die nur Sand aufweisen. Es ist wahrscheinlich, dass wir es hier mit dem Product einer localen, oberhalb des engen Laufenburger Durchganges leicht möglichen Stauung zu thun haben.

Es ist eine verbreitete Meinung, dass das Schwarzwalddiluvium über dem alpinen liege. Ich kann diese Beobachtung *Hogard*'s in unserem Gebiete nicht bestätigen. Ich habe vielmehr stets Schwarzwaldmaterial neben dem alpinen gesehen, und wenn auch die Kiesgruben meist die oberen Theile der Terrasse aufgeschlossen zeigen, so sind doch aus der Litteratur ähnliche, die tiefsten Theile der Kiesmasse betreffenden Angaben bekannt. So lag nach *Schill* bei der Bohrung von Wyhlen noch ganz unten in dem Kiese Schwarzwaldgeröll.[1]) Allerdings meint dann derselbe Verfasser weiter, dass bei normaler Schichtfolge das Schwarzwalddiluvium oben zu liegen komme. Die Stellen, auf welche sich *Schill*'s diesbezügliche Bemerkungen beziehen, liegen aber am Ausgange von Seitenthälern. Es ist daher wahrscheinlich, dass die Beobachtungen *Schill*'s,

---

[1]) *Schill*, Waldshut. S. 28.

sowie die erwähnten *Hogard*'s[1]) als eine Erhöhung des Rheindiluviums durch die Seitenschuttkegel der Schwarzwaldflüsse sich erklären lassen.

Locale Facies am Ausgange der Seitenthäler.

Es ist überhaupt eine ganz allgemeine Erscheinung, dass vor dem Ausgange der Seitenthäler der Kies, besonders in den höheren Lagen, eine ausgesprochene locale Facies annimmt, was offenbar in der, andern Ortes angeführten Erhöhung der Hauptthalterrasse durch Seitenschuttkegel seinen Grund hat.

Dass die Kiesmasse, aus welcher die niedere Terrasse aufgebaut ist, eine echte, unzweifelhafte Flussablagerung sei, ist bereits hier erwähnt, und auch von allen denjenigen erkannt worden, die sich mit der Frage befasst haben. *Hogard* allein deutet die Ausfüllungsmasse (nappe de comblement) unserer Thäler als unter dem Gletscher gebildet, als eine Grundmoräne.[2]) Am meisten scheinen ihn die im Kiese nicht selten enthaltenen, eckigen oder vielmehr wenig abgerundeten Geschiebe dazu verleitet zu haben. Die seltsame Ansicht fusst zum Theil auf einer an und für sich richtigen Beobachtung. Es ist unbestreitbar, dass in den höchsten Schichten des Niederterrassenschotters wenig abgerundete Geschiebe hie und da vorkommen, die man kaum in den tieferen Lagen finden würde. Mit der Annäherung an die Moränenzone nimmt die Zahl solcher Geschiebe, sowie ihre Grösse, beträchtlich zu. Ja, schon einige (etwa 3 bis 6) Kilometer unterhalb der Moräne stellt sich eine wahre Blockfacies der Schotter ein, indem mitten im groben Kiese kleine erratische Blöcke[3]) und scharfkantige Geschiebe auftreten.

Blockfacies bei den Moränen.

Mag man auch hier oder weiter oben, wo die Schotterfläche gegen die Moränenwälle mit relativ starker Neigung ansteigt, stellenweise an eine Einwirkung des Gletschers selbst denken, so muss man doch dieser Erscheinung eine viel zu grosse Tragweite beimessen und viele andere Eigenthümlichkeiten der Schotter übersehen, um sie als Grundmoräne zu deuten. Vor Allem ist der Mangel an gekritzten Geschieben geradezu characteristisch. Selbst wenig unterhalb der Moränen bemüht man sich vergeblich, im geschichteten Terrassenkiese Gletscherkritze zu entdecken. Nur am oberen Ende des Rafzerfeldes und im

[1]) *Hogard*, Recherches, etc., S. 192 werden für das Rheinthal drei übereinander liegende Stufen angegeben. 1. (unten) Sables et graviers alpins. 2. Sables et graviers des Vosges et de la Forêt-Noire. 3. Lehm.

[2]) *Hogard*, Coup d'œil, etc. S. 42. Geröllabbildungen im Atlas.

[3]) Siehe auch: *Mühlberg*, II. Bericht. S. 84.

Glattthale ca. 300 m. unterhalb einer Moräne gelang es mir, in Kiesgruben Gerölle aufzulesen, von welchen man mit ziemlicher Sicherheit hätte behaupten können, dass sie einst gekritzt worden seien. Ueberhaupt gehören gekritzte Geschiebe nicht zum geschichteten und gewaschenen Erraticum, wie es uns in der extramoränischen Terrassenlandschaft gewöhnlich entgegentritt. Nur im ungewaschenen Kiese, da wo Sandschmitzen unregelmässig mit dem Geröll wechsellagern, hat man noch Chance, gekritzte Geschiebe anzutreffen. Normal kommen solche Ablagerungen im Niederterrassenschotter unterhalb Baden, Mülligen und Eglisau nicht mehr vor.

Die Verkittung.

Es bleibt hier noch übrig, einer Eigenschaft unserer Schotter zu gedenken, nämlich der Verkittung.

Oft kommt es vor, dass durch Kalksinter der Kies in eine Nagelfluh umgewandelt wird; allerdings geschieht dies nur stellenweise, besonders an der Oberfläche und an der Aussenseite. Eine solche Nagelfluh ist nie compact wie die miocäne, sondern enthält Lücken zwischen den Geschieben. Der Verkittung ist, wie mir scheint, keine besondere Bedeutung beizulegen; eine und dieselbe Kiesmasse kann an nahe liegenden Stellen verkittet und lose auftreten. Dieser Umstand zeigt, dass aus dem Grade der Verkittung keineswegs auf das Alter zu schliessen ist.

Zusammenfassung.

Das Material des Niederterrassenschotters ist also dasselbe wie dasjenige der Moränen; es ist zum Theil alpin. Seine auffallende Grösse, die gegen die Moräne noch zunimmt, die geringe Abrundung einzelner Geschiebe, der stromaufwärts durch eine Blockfacies stattfindende Uebergang in die Moräne, belehren uns über die Verfrachtung desselben, die unmöglich dem Wasser allein zugeschrieben werden kann. Es müssen Gletscher thätig gewesen sein. Ferner lässt uns die regelmässige Schichtung, die dachziegelförmige Lagerung der Gerölle, die Abwesenheit der gekritzten Geschiebe schon in einiger Entfernung der Moränen nicht darüber im Zweifel, dass nach dem Gletschertransport doch das fliessende Wasser die Ablagerung besorgte. Eine solche Bildung ist ganz zutreffend mit dem Namen „Fluvio-glacial“ [1]) belegt worden.

[1]) *Penck*, Die Vergletscherung der deutschen Alpen. Leipzig 1882.

Wir sahen auch, dass nicht der gesammten Mächtigkeit der Schotter der gleiche Charakter eigen ist, sondern dass die unteren Schichten wegen der Feinheit und der beträchtlichen Abrundung der Gerölle mehr als oben an ächte Flussbildungen erinnern. Die Wirkung des fliessenden Wassers ist augenscheinlich thalabwärts und unten grösser als thalaufwärts und oben. Ja, es würde schwer halten, in den oberen Theilen der Schotterflächen, wo das inwendig steile Moränenamphitheater, nach aussen allmälig sich abdachend, in den breiten Thalboden übergeht, zwischen eigentlichen Moränen und Schottern eine scharfe Grenze zu ziehen. Auf dieses, beide Gebilde verbindende, relativ steil geneigte Glied, in welchem eine ausgeprägte Blockfacies sich kundgibt und stellenweise Spuren von gekritzten Geschieben zu finden sind, mag der Ausdruck Uebergangskegel am besten passen und hinfort hier angewendet werden.

Der „Uebergangskegel".

3. Alter der Niederterrassenstufe.

Die Schilderung der morphologischen Eigenschaften und des Aufbaues der vorherrschenden Stufe unserer Thäler führt uns zur Frage nach ihrem Alter.

Zur Beantwortung derselben haben wir vor Allem das Verhältniss des Niederterrassenschotters zu den Bildungen der letzten und der vorletzten Vergletscherung unseres Gebietes oder, wie man zu sagen pflegt, der ersten und der zweiten Eiszeit zu untersuchen.

Als feststehend darf in der That betrachtet werden, dass die ganze Mittelschweiz wiederholt von Gletschern bedeckt war.

Eiszeiten oder Vergletscherungen.

Die hoch hinauf an den Abhängen des Jura, ja bis nach Basel, verbreiteten Fündlinge und vereinzelten Gletscherschutt-Ablagerungen sind auf eine erste Eiszeit zurückgeführt worden, während die grossartigen, ungestörten Moränenlandschaften von Solothurn-Wangen a./A., Othmarsingen, Mellingen, Killwangen etc., offenbar die Produkte eines späteren langen Stillstandes der Gletscher, einer zweiten Eiszeit angehören sollen. Zwischen beiden Glacialbildungen liegen, wie von *A. Escher* v. d. L. nachgewiesen wurde, die Schieferkohlen der Ostschweiz, die bekanntlich *Heer* zur Annahme zweier Eiszeiten geführt haben.

Ob wirklich zwei Eiszeiten anzunehmen sind, oder ob grosse Schwankungen zur Erklärung aller Erscheinungen und Interglacialprofile ausreichen, darüber ist viel gestritten worden. Ich kann mich auf diese Frage indessen umsoweniger einlassen, als sie in dem unseren Betrachtungen unterworfenen Gebiete nicht zu lösen ist. Ich werde daher die Ausdrücke: erste und zweite Eiszeit als theoretische und, meiner Ansicht nach, zu weittragende Begriffe fallen lassen und lediglich von den durch die Thatsachen unmittelbar geforderten letzten und vorletzten Vergletscherungen sprechen. Wie weit zwischen beiden Vergletscherungen die Gletscher sich in den Thälern zurückzogen, bleibt dabei ganz dahingestellt, da das innerhalb der Moränen liegende Gebiet hier nur beiläufig berücksichtigt werden soll.

Uebergang vom Niederterrassenschotter in die Moränen der letzten Vergletscherung.

Das Verhältniss des Niederterrassenschotters zu den Bildungen der letzten Vereisung haben wir bereits kennen gelernt. Wir sahen die Schotter allmälig durch einen etwas steiler geneigten Uebergangskegel sich den Moränen anschliessen und innerhalb der Uebergangskegel durch eine Blockfacies der Schotter den Uebergang beider Gebilde ineinander angedeutet. In jenem Theile wurden auch einige undeutlich gekritzte Geschiebe gefunden, was auf eine innige Durchdringung von Moräne und Schottern hinweist. Ja, es zeigte sich, dass hinter den Moränenwällen die vor denselben weite Felder bildende Terrasse in bedeutend tieferem Niveau auftrat[1]).

Sind aber nun die inneren Terrassen wirklich als Fortsetzung der äusseren zu betrachten, d. i. setzen die geschichteten Kiesmassen unter dem ungeschichteten Gletscherschutte fort?

Schotter zum Theil im Liegenden der Moränen.

Die jetzt vorhandenen mangelhaften Profile geben keinen bestimmten Aufschluss darüber, wohl aber einige andere, die von *Mühlberg* bei Anlass des Nationalbahnbaues aufgenommen wurden.

„In dem Einschnitte zwischen Lenzburg und Hendschiken — so berichtet er[2]) — ist man in der Tiefe auf schwach nach Süden geneigte Knauermolasse gestossen; darüber lagen zunächst wohlgeschichtete Massen alpinen Gerölles, welche beim Gexi, also im höchsten und äussersten Theil des Othmar-

[1]) In Mellingen soll sogar die Moräne das Reussniveau erreichen. (*Mühlberg*: Ueber die erratischen Bildungen im Aargau. Aarau 1869. S. 208.)

[2]) Zweiter Bericht etc. 1878. S. 35.

singen im Nordosten umfassenden Höhenzuges[1]), mit einer mächtigen ungeschichteten Ablagerung von wirklichem Gletscherschutt, mit grossen Blöcken, zum Theil von Granit, bedeckt waren. Doch kamen auch an den oberen Lagen der geschichteten Gerölle einzelne Granitblöcke vor. Ganz ähnlich erwies sich die Unterlage desjenigen Theils des Höhenzuges, welcher dort von Westen her an die Bünz anstösst und sich ca. 40 m. über die Thalsohle erhebt, als geschichteter grober Kies, und nur ungefähr die obersten 6 Meter waren ungeschichteter Gletscherschutt mit grossen halbgerundeten und gekritzten Blöcken von Alpenkalk und Granit.... "

Auch in den Einschnitten westlich der Bünz und durch die Moränen bei Mellingen war eine Ueberlagerung des geschichteten Kieses durch Glacialschutt wahrzunehmen.[2])

Dieselben Verhältnisse wie bei Othmarsingen und Mellingen sind durch *Penck*[3]) und *Brückner*[4]) aus dem östlichen Alpenvorlande bekannt geworden.[5])

Es liegen also die Niederterrassenschotter zum Theil unter den Moränen, zum Theil fallen sie von innen nach aussen ab.

Nach dem bisher Gesagten kann es keinem Zweifel unterliegen, dass die oberen, von den Moränen nach aussen abfallenden Böden wirklich von jenen aus gebildet worden sind, wodurch ihre Entstehung für bestimmt in die Zeit der letzten Vergletscherung verlegt wird.

Der Niederterrassenschotter gehört der letzten Vergletscherung an.

Nur bezüglich der unter den Moränen fortsetzenden Kiesmassen könnte ein höheres Alter angenommen werden, obschon aus den von *Mühlberg* beschriebenen Profilen durchaus keine Merkmale für die Trennung zweier verschiedenaltrigen Gebilde sich ergeben.[6])

---

[1]) d. i. der Moräne.

[2]) Zweiter Bericht. 1878. S. 36 und 38.

[3]) *Penck*, Vergl. d. d. A. u. a. S. 136.

[4]) *Brückner*, Salzachgebiet. S. 57.

[5]) Auch Prof. *Lang* berichtet von der Umgegend von Solothurn dasselbe. (Geol. Skizze der Umgebung von Solothurn. 1863. p. 11.)

[6]) Im Gegentheil scheint sich durch die Einschaltung einer Blockfacies der Uebergang vom geschichteten Kiese in den ungeschichteten Gletscherschutt zu vollziehen. — Es wäre dies im senkrechten Sinne die gleiche Erscheinung, wie wir sie früher im horizontalen Sinne kennen lernten.

Die oberen, an den Moränen absetzenden Theile der Schotter oder kurzweg nach *Penck* die oberen Schotter lassen sich nun aber an der beträchtlichen Grösse und ungleichmässigeren Schichtung des Materiales und überhaupt an der äusserlichen Fortsetzung des Wettinger-, Birr- und Rafzerfeldes deutlich bis nach Turgi resp. Kaiserstuhl verfolgen.

Dadurch wird es uns klar, dass während des langen Stillstandes der Gletscher bei Mellingen, Killwangen-Schaffhausen die oberen Theile der Niederterrassenstufe in Bildung begriffen und die gegenwärtig unterhalb derselben auftretenden Terrassen noch nicht vorhanden waren. Es ist höchst wahrscheinlich, dass die grösseren Geschiebe der oberen Theile des Niederterrassenschotters gerade während des Stillstandes der Gletscher, d. i. in minimaler Gletscherdistanz, abgelagert wurden.

Um die Stellung der unter den Moränen durchsetzenden Geröllmassen zu ermitteln, müssen wir die Verhältnisse des Niederterrassenschotters zu den Bildungen der vorletzten Vergletscherung prüfen.

Fündlinge unter dem Niederterrassenschotter.

Auf das vollständige Fehlen der erratischen Blöcke und Moränen auf den Terrassen ausserhalb der inneren Moränenzone wurde schon 1869 von *Mühlberg* aufmerksam gemacht[1]).

Fündlinge bedecken die Abhänge, gekritzte Geschiebe und Grundmoräne sind oft selbst auf den höher liegenden Kiesmassen zu finden (z. B. nördlich von Würenlingen, bei Klingnau etc.); aller Gletscherschutt hört aber an der niederen Terrasse auf. Ja, es drängt sich Einem die Ansicht auf, dass der Gletscherschutt unter dem Schotter liege.

Thatsächlich sind nun auch Fündlinge unter dem Terrassenkiese gefunden worden, und zwar nicht unter den oberen Lagen des Gerölles selbst, sondern unter dem Schotter, auf dem Anstehenden[2]).

Es bestätigt dies die Ansicht, nach welcher wenigstens ein Theil des Niederterrassenschotters der letzten Vergletscherung angehörte.

Aehnliche Fälle von Unterlagerung geschichteter Kiese durch Blöcke, sowie auch das Vorkommen von Blöcken auf dem sogen. Diluvium waren

---

[1]) Ueber die erratischen Bildungen im Aargau, Seite 58.

[2]) Ebenda und Seite 208.

Deicke 1858 schon bekannt. Er erklärte diese scheinbar widersprechenden Erscheinungen durch wiederholte Vergletscherungen[1]).

Man könnte vielleicht noch einwenden: die erratischen Blöcke hätten ursprünglich im Niveau der höchsten Schottervorkommnisse gelegen, wären dann nachträglich bei der Erosion derselben allmälig hinabgewandert und hätten sich sogar als schwerere Gegenstände in den, unter dem Fluss durch Reibung bewegten und langsam mitgeführten Kies eingesenkt[2]).

Dies ist schon wegen der beträchtlichen Tiefe der Blockvorkommnisse (5 bis 10 Meter und wahrscheinlich darüber) unwahrscheinlich und in den mir bekannt gewordenen Fällen bei Aarau und Basel überhaupt nicht möglich, weil die Blöcke hier mit vollkommener Deutlichkeit einem unteren, von dem oberen im Habitus ganz abweichenden Theile der Schotter angehören. Bei Aarau lag die grosse Arkesin-Platte[3]) schräg in dem schräg und unregelmässig geschichteten Kiese. Aehnliches ist, wie Herr Professor *Mühlberg* mir gefälligst mittheilte, öfter in den Kiesgruben bei Aarau beobachtet worden. Der untere, schräg geschichtete Schotter ist eine dem Gletscherkundigen sofort in die Augen springende Ablagerung unmittelbar am Gletscher selbst, während der obere, einige Meter mächtige, horizontal geschichtete Kies eine reine und regelmässige Flussablagerung ist.

Greppin berichtet von einem bei St. Jakob an der Birs, 7 Meter unter der Terrassenoberfläche liegenden Schotter, der von dem hangenden Kiese deutlich getrennt ist und grosse Blöcke von Gneiss und Granit führt[4]).

An anderen Stellen befinden sich die Fündlinge, wie gesagt, unter den Kieslagern überhaupt[5]).

Daraus geht hervor, dass die Gletscher bei der vorletzten Vergletscherung ihre Blöcke unter dem Niveau der niederen Terrasse zum Theil auf das Anstehende, zum Theil auf bereits vorhandene Kiesmassen ablagerten und später weitere Kiesablagerungen den vorhandenen Gletscherschutt verdeckten.

---

[1]) Siehe in den Berichten der St. Gall. naturf. Ges., 1858/59, S. 32 u. f.

[2]) Lehrreiche Beispiele in *C. Pestalozzi*, Die Geschiebebewegung und das natürliche Gefäll der Gebirgsflüsse, S. VI.

[3]) Siehe *Mühlberg*, Die heutigen und früheren Verh. d. Aare (Progr.), 1885, Seite 30.

[4]) *Heer*, Urwelt der Schweiz, 2. Aufl., Seite 532.

[5]) *Mühlberg*, Ueber die erratischen Bildungen im Aargau, 1869, Seite 208.

Da nun die Terrasse von St. Jakob der Niederterrasse angehört und das Niveau des Suhrfeldes bei Aarau, mit Ausnahme der nachträglichen Lössbedeckung, mit derselben Stufe übereinstimmt, dürfen wir annehmen, dass die Schotter der letzten Vergletscherung es sind, die an beiden Stellen, sowie in Wildegg [1]) und anderwärts, die Bildungen der vorletzten überlagern [2]).

Aber auch *Mühlberg* kommt schliesslich zur nämlichen Ansicht, denn, nachdem er nachgewiesen, dass die unteren Theile der Buchser Griengrube unmittelbar am Gletscher entstanden sind, d. i. eigentlich der vorletzten Vergletscherung angehören, schreibt er, das Material der Kiesterrassen sei während des zweiten Gletscherstillstandes (in Baden, Dagmersellen, Solothurn) hergebracht worden [3]) und gehöre also der letzten Vergletscherung an. Thatsächlich ist es auch unmöglich, die Ueberlagerung der Findlinge durch 5 oder sogar 10 Meter [4]) des geschichteten, die oberen Theile der niederen Terrasse bildenden Kieses anders zu erklären.

Der Niederterrassenschotter gehört der letzten Vergletscherung.

Nachdem wir erkannt haben, dass ein Theil der Schotter unter den inneren Moränen durchsetzt, dass ein anderer Theil von diesen aus gebildet wurde, während der innerhalb der Wälle befindliche Thalboden durch den Gletscher gleichsam vor Erhöhung geschützt ward; nachdem wir die Schotter der letzten Vergletscherung bis zur Grenze unseres Gebietes, bis nach Basel hinaus, wenigstens in den oberen, gröberen Theilen der niederen Terrasse verfolgt haben, fragen wir uns wieder, ob überhaupt zwischen dem unter den Moränen fortsetzenden und dem oberen, von diesen aus gebildeten Schotter ein wesentlicher Altersunterschied bestehe.

Ich glaube, dass, abgesehen von einzelnen Stellen, wie die erwähnten bei Aarau und St. Jakob, gar kein Anhaltspunkt vorhanden wäre, eine Trennung in dem die Niederterrasse aufbauenden Kiese durchzuführen. Wo hie und da der Fluss an seinem Hochgestade nagt, habe ich nirgends eine auf-

---

[1]) Ueber die erratischen Bildungen im Aargau, Seite 208.

[2]) Zur nämlichen Ansicht kommt *Heer* aus ganz anderen Gründen bei Besprechung des Profils von St. Jakob. Urwelt, Seite 532.

[3]) Verhältn. der Aare (Programm 1885), Seite 37.

[4]) Ueber einen Block 30 Fuss unter der Terrassenoberfläche. Siehe *A. Müller* in den Verhandlungen der Basler naturf. Ges., VI, 1878, Seite 276.

fallende Discontinuität der Ausbildung im senkrechten Sinne wahrgenommen, geschweige denn die Einschaltung einer Eluvialbildung, wie sie bei den ungleichalterigen, übereinander liegenden bayerischen Schottern [1]) vorkommt.

Auch geht, wie erwähnt, aus den Profilen von Othmarsingen und Mellingen eine Trennung der durchsetzenden und nicht durchsetzenden Schotter gar nicht hervor, vielmehr scheint oben ein Uebergang der unteren Schotter in Moräne stattzufinden.

Ich halte daher den Niederterrassenschotter in seiner ganzen Mächtigkeit für eine der letzten Vergletscherung angehörende Bildung. Die local bei Aarau und Basel unter dem Terrassenkiese vorkommenden Schotter sind ältere Gebilde der vorletzten Vergletscherung, die wegen ihres vereinzelten Vorkommens und des gänzlich abweichenden Habitus nicht mit den sogen. unteren Schottern (Penck) der niederen Terrassen zu verwechseln sind.

Damit wäre die Frage nach dem Alter des Niederterrassenschotters erledigt.

Der schematische Durchschnitt I (Profiltafel) mag ein Bild der gewonnenen Resultate geben.

Zusammenfassung.

Von der Gegenwart ausgehend, treffen wir also in der Vergangenheit auf einen durch die Endmoränen von Wangen a./A., Othmarsingen, Mellingen, Killwangen, Schaffhausen angedeuteten Gletscherstand, während dessen die bereits begonnene Thalaufschüttung langsam sich erhöhte und ein damals schon vorhandenes Erraticum, sowie ältere Schotter mit geschichteten Kiesmassen überlagert wurden. In einer früheren Zeit war das Gebiet eisfrei. Noch weiter zurückgehend, finden wir die ganze Schweiz von einer bis an den Nordabhang des Jura reichenden, zum grössten Theile alpinen Eismasse eingenommen, während die Thäler damals schon nahezu fertig gebildet waren.

---

[1]) *Penck.* Vergl. d. d. A. Seite 283.

So weit in die Vergangenheit zurück lassen uns die bisherigen Untersuchungen mit Sicherheit schliessen.

Nach dieser kurzen Erörterung der äusseren Eigenschaften, des inneren Aufbaues und der stratigraphischen Lage der tiefliegenden, die hervorragendste Stufe unserer Thäler bildenden Alluvionen können wir zu anderen Schottervorkommnissen übergehen.

II.

Die hohen Terrassen.

Schon zu wiederholten Malen wurde betont, dass über den geschichteten Kiesen, die bis zum Niveau der niederen Terrassen unsere Thäler ausfüllen, noch andere, ebenso wohlgeschichtete Schotter verbreitet seien.

Schotterlandschaft zwischen Turgi und Koblenz.

Am grossartigsten entfaltet sich die hohe Schotterlandschaft terrassenbildend im Querthale der Aare zwischen Turgi und Koblenz.

Die grosse Ebene zwischen Würenlingen, Gross-Döttingen, Dägerfelden und Endingen ist, wie vielfache Entblössungen lehren, eine gewaltige Schotteranhäufung, aus welcher allerdings an einigen Stellen das Anstehende noch hervorragt, so an der „Firsthalde“ nördlich von Würenlingen. Links der Aare ist nördlich von Brugg bis gegen Rüfenach hin ebenfalls eine Schotterterrasse über der niederen ausgebildet. Fast in gleicher Höhe (410 bis 420 m.) findet das Würenlingerfeld nordwestlich von Böttstein seine Fortsetzung, dasselbe Niveau ist westlich von Leuggern und bei Reuenthal noch zu verfolgen. Grosse Aufschlüsse in der gut geschichteten diluvialen Nagelfluh am Abhange zwischen Klingnau und der Station Koblenz, sowie kleinere zwischen Koblenz und Rietheim (so am „Dörnlibuck“, nördlich vom Punkt 413 der Karte und an diesem Punkte selbst), weisen darauf hin, dass ein grosser Theil der Fläche südlich von Koblenz aus diluvialem Schotter besteht, der wegen der Höhe seines Vorkommens nicht zu den niederen Terrassen gerechnet werden darf.

Schon hier, in dem kaum 15 km. langen und 5 km. breiten Thale, lassen sich viele Eigenthümlichkeiten des Hochterrassenschotters erkennen, die, weil sie in unserem ganzen Gebiete wiederkehren, am besten sogleich besprochen werden.

Unebenheit der hohen Terrasse.

Vor Allem sei die auffallende Unebenheit der Terrasse erwähnt, die mit der regelmässigen Ausbildung der unteren in starkem Gegensatze steht. Freilich, wenn man im Niveau der Terrasse, einige Kilometer weit von derselben, sich befindet, erscheint sie als eine weitausgedehnte, mit steilem Rande zu den unteren Schotterflächen abfallende Ebene. Von der Nähe aus, oder gar von einem der Hügel nördlich von Würenlingen betrachtet, verändert sich das Bild. Nicht nur sind es die Bäche, die sich hier tiefe Rinnen gegraben haben, sondern es wechseln Erhöhungen und Einsenkungen so unregelmässig, dass man in ihnen nicht mehr die Arbeit der an der Oberfläche fliessenden Gewässer erblicken kann. Stellenweise wird man, indem man die Möglichkeit der Terrassennatur dieser Stufe erwägt, von einem bescheidenen Zweifel überfallen. Und doch ist sie ganz unzweifelhaft eine Terrasse, wie das allgemeine topographische Auftreten und jeder grössere Aufschluss zu erkennen geben.

Gletscherschuttbedeckung der hohen Terrasse.

Ausserdem fällt nördlich von Klingnau die Fläche rasch gegen den Rhein ab, eine Erscheinung, die am besten durch die allmälig nach Norden hin verlegte Erosion des Rheines zu erklären wäre, wenn nicht hier eine weitere Eigenthümlichkeit der hohen Terrasse sich feststellen liesse: Die hohe Terrasse ist nämlich mit Gletscherschutt bedeckt; selbst in Einsenkungen unter dem allgemeinen Niveau ist Grundmoräne zu finden. Auch nördlich von Würenlingen sind hie und da, besonders im Norden des hervorragenden Malmriffes, gekritzte Geschiebe vorhanden, ebenso nördlich von Brugg und bei Rüfenach. Auf dem „Strick“ endlich, im Süden von Reuenthal, liegt auf der deutlich ausgeprägten Kiesterrasse ein nicht ganz freier, wohl aber über 1 Kubikmeter grosser Gabbroblock. Noch andere Fündlinge werden von der Favre'schen Karte auf der Terrasse angegeben. Dies alles zeigt uns, dass einst ein Gletscher sich über die Terrasse hinwegbewegte; die Unebenheit derselben darf uns daher nicht überraschen.

Innerer Aufbau.

Einige Anschnitte belehren uns über den inneren Aufbau des Hochterrassenschotters, der hier am besten im Anschluss an die äusseren Eigenschaften besprochen wird.

Links der Surb, zwischen Dägerfelden und Gross-Döttingen, wird unsere Bildung sammt dem sie unterteufenden Jura vom Bache angeschnitten, der steile Abhang besteht aus einer stellenweise stark verfestigten, gut ge-

schichteten Nagelfluh, die, soviel ich beobachten konnte, unmittelbar auf dem Dogger, ohne irgend welche Moräneneinschaltung, lagert. In der Nagelfluh selbst waren gekritzte Geschiebe nicht zu finden.

Ganz ähnlich ist die zwischen Klingnau und dem Bahnhofe Koblenz sehr gut aufgeschlossene Bildung, auf welcher, wie erwähnt, stellenweise Grundmoräne vorkommt, ohne dass in dem Schotter selbst oder auf dem mehrfach zu Tage tretenden Liegenden Spuren ähnlicher Bildungen zu beobachten wären. Die Bestandtheile dieses dem Hochterrassenschotter zuzurechnenden Gebildes sind von denen der niederen Terrassen nicht erheblich verschieden. Es tritt aber hier wieder eine Neigung zur Ansammlung der groben Geschiebe in den oberen Theilen stellenweise, wie z. B. beim Bahnhofe Koblenz, ganz prägnant hervor.

Nördlich von Brugg endigt nach oben die Bildung in eine Art Blockfacies.

Bei Rüfenach fällt dann der Schotter rasch gegen Osten ab; die spärlich vorhandenen Aufschlüsse liessen mich in den obersten Lagen mehrere gekritzte Geschiebe finden.

Löss-bedeckung der hohen Terrasse.

Beachtenswerth ist auf der hohen Terrasse das Auftreten eines Gebildes, welches man meist vergeblich auf den unteren suchen würde, nämlich des Lösses.

An vielen Stellen schliessen die Kiesmassen nach oben mit jenem, durch hellgelbe Färbung, ausserordentliche Feinheit und Schichtungslosigkeit sich auszeichnenden thonigen Gebilde. Statt dessen findet man auch wohl an anderen Orten einen ebenfalls ungeschichteten Lehm. Löss und Lehm scheinen zu vicariren, namentlich sind die oberflächlichen Theile des Lösses entkalkt und in Lehm umgewandelt worden.

Der Lösslehm ist das jüngste, die Terrassenoberfläche bedeckende Gebilde; der Gletscherschutt kommt nicht auf ihm, sondern unter ihm vor. Treten auf den hohen Terrassen so wenig Findlinge auf, so ist der Löss einzig und allein daran schuld.

Beide Erscheinungen, Moränen und Lössbedeckung des Hochterrassenschotters begleiten uns, wie vorgreifend bemerkt sei, durch das ganze Kartengebiet hindurch. Wie innerhalb der inneren Moränenzone die Oberfläche des Niederterrassenschotters unregelmässig wurde, so ist es mit dem Hochterrassenschotter im ganzen Gebiete der vorletzten Vergletscherung der Fall. Durch

Löss und Moränen wird die Unregelmässigkeit vielfach noch erhöht, so dass ich auf eine genaue Ermittelung des Terrassengefälles vorläufig verzichten muss.

Wir sind bei Betrachtung der hohen Terrasse im Thale der Aare bereits so weit gegangen, dass eine Erörterung der Altersfrage nicht mehr hinausgeschoben werden kann.

Das Alter des Hochterrassenschotters.

Den Schotter sahen wir unter Gletscherschutt liegen und zwar unter jenem Gletscherschutt, den wir als Ablagerung einer vorletzten Vergletscherung kennen gelernt haben. Er ist also älter als die äusseren Moränen.

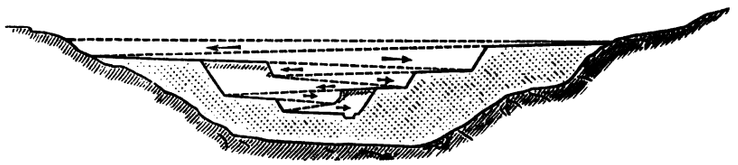
Und hier drängt uns die Macht der Thatsachen, gegenüber einer anderen Frage Stellung zu nehmen und zu erkennen, dass Hoch- und Niederterrassenschotter keine gleichalterigen Gebilde sein können. Jene sind älter als diese und stimmen daher wahrscheinlich mit den früher erwähnten, älteren localen Anschwemmungen unter dem Kiese der Thalsohlen überein.

Wenn diese Ansicht des höheren Alters der hohen Terrassen gegenüber den niederen nicht geradezu durch die Thatsachen uns aufgenöthigt wäre, so stünde dennoch von vornherein gar nichts einer solchen Annahme im Wege. Es wird ja in der That nie behauptet, dass die ältere Terrasse auf der jüngeren liegt[1]), sondern dass diese in jene eingesenkt ist.

Die Begründung des höheren Alters des Hochterrassenschotters bedarf noch einiger weiterer Ausführungen.

Mühlberg's Terrassentheorie.

Mühlberg, der die Terrassen von Aarau vortrefflich untersucht und geschildert hat, lässt, wie erwähnt, sämmtliche Terrassen von oben bis unten durch eine mit seitlicher Verschiebung verbundene Erosionsthätigkeit des Flusses aus einer grossen einheitlichen Ausfüllungsmasse entstehen[2]). Das Schema seiner Ansicht wäre folgendes:



Die ganze Theorie beruht, wie mir scheint, auf den drei folgenden Erfahrungssätzen:

[1]) *Mühlberg*. Verhältnisse der Aare etc. (Programm) 1885. S. 34.

[2]) Verhältnisse der Aare etc.

1) Die Terrassen sind meist schief, sie haben ein Gefälle gegen den Fluss.

2) Sie treten auf beiden Thalseiten nicht in gleicher Höhe auf.

3) Fast in jedem Thale treten mehrere Terrassen auf; die Anzahl derselben ist schwankend.

Es ist nun klar, dass eine mit einer Stromverlegung verbundene Erosion allen diesen Erscheinungen auf einheitlichem Wege gerecht wird.

Betrachten wir die drei Sätze etwas näher.

Die erste Prämisse ist richtig; man braucht aber dabei noch nicht zur Theorie der Stromverlegung zu greifen, um die Neigung der Terrassen gegen den Fluss zu erklären. Es ist vielmehr Alles darauf angelegt, den Innenrand einer Terrasse zu erhöhen und den Aussenrand tiefer zu legen.

Dass unsere 30 m. Stufe vorherrsche und sich allein in den Seitenthälern verfolgen lasse, habe ich schon erwähnt; unter diesem Vorbehalte ist der dritte Satz auch unanfechtbar.

Was den zweiten anbelangt, so möchte ich ihn nicht ohne Weiteres unterschreiben. Wenn es meist vorkommt, dass die Terrassen auf beiden Thalseiten ungleich hoch liegen, so ist dies bei den niederen Terrassen nicht stets der Fall. Es gibt vielmehr eine Anzahl von Orten, wo die Höhen sich ziemlich genau entsprechen. Solche Stellen sind z. B. bei Basel (Allschwyl-Weil), oberhalb Ryburg, oberhalb Laufenburg (Lüttigen-Etzgen), bei Albbruck-Schwatterloch, bei Koblenz, Böttstein und Kaiserstuhl. Es muss aber zugestanden werden, dass ohne genaue Nivellements die Frage an Hand jener Vorkommnisse nicht gelöst werden kann.

Der Theorie der Ausbildung der Niederterrassenstufe durch Erosion aus einer höheren Ausfüllung steht aber Manches entgegen.

Vergeblich bemüht man sich meist, zwischen hohen und niederen Terrassen die für die Erosionstheorie nöthigen Uebergangsstufen zu finden. Fast immer fällt die Hochterrasse mit ihrem ruinenhaften Gepräge unvermittelt zur niederen ab.

Namentlich frägt man sich, wo denn die erratischen Blöcke geblieben seien, die überall an den Abhängen, ja selbst noch unter dem Löss der hohen Terrassen vorkommen und an der Niederterrasse wie mit einem Schlage aufhören. Wäre man vielleicht versucht, sie wenig unter der Oberfläche zu erwarten,

wie die schwereren, in einem Flussbette freiliegenden Gegenstände allmälig in die Kiesmasse sich einsenken? Wo aber Blöcke unter dem Terrassenkiese vorkommen, liegen sie, wie wir früher sahen, auf dem Anstehenden oder so tief unter der Oberfläche und so deutlich von dem sie bedeckenden Kiese getrennt, dass ihr Vorhandensein an solchen Stellen gewissermassen als eine primäre Erscheinung sich herausstellt.

Wir müssen daher dem Ausspruche *Mühlberg*'s im ersten Berichte beistimmen, wo er sich dahin äussert, dass die erratischen Blöcke unter den Flussterrassen der Thalsohlen liegen[1]).

Aber auch andere Erscheinungen sprechen für die Trennung zweier Schottersysteme.

Andere Gründe für die Trennung beider Schottersysteme.

Nördlich von Klingnau (Burghalde) ist im Niederterrassenschotter eine Kiesgrube angelegt worden. Bei meinen ersten Besuchen war der Kies im südöstlichen Theile derselben circa 3—4 m. hoch aufgeschlossen; unten ragten in den allerdings schon etwas verschütteten Kies zwei Fortsätze einer stark verfestigten diluvialen Nagelfluh hinein. Der eine konnte nach der Schichtung möglicherweise noch in ursprünglicher Lage sich befinden. Der andere gab sich aber als abgetrennter Block zu erkennen. Schon die Verfestigung eines Theiles des Kieses in den unteren Lagen einer Kiesgrube ist auffallend und dürfte als abnorm gelten, da die Verfestigung sonst stets von aussen nach innen vor sich geht. Auffallender ist die Gegenwart eines tief im Kiese liegenden, wohl 1 Kubikmeter grossen Blockes. Und doch würde ich dieses Profil wegen der damals schon eingeleiteten Verschüttung der Kiesgrube der Oeffentlichkeit nicht übergeben, wenn ich nicht in einem kleinen Aufschlusse weiter nördlich genau dieselbe Beobachtung hätte anstellen können.

Ich glaube diese Verhältnisse nur durch zwei Annahmen erklären zu können: Entweder war bei Ablagerung des Kieses diluviale Nagelfluh hier anstehend, welche dann bedeckt wurde oder, was wahrscheinlicher ist, es sind die Blöcke von der oberhalb dieser Stelle anstehenden Nagelfluhwand vor und während der Bildung des Niederterrassenschotters heruntergefallen, wie dies heutzutage längs des ganzen Abhanges im Norden jener Stelle noch stattfindet.

---

[1]) *Mühlberg*, Ueber die erratischen Bildungen im Aargau, 1869, Seite 206.

Jedenfalls ist der Kies der niederen Terrasse jünger als die eingeschlossenen Nagelfluhblöcke, die, wie erwähnt, höchst wahrscheinlich aus dem Hochterrassenschotter stammen.

Der auf der hohen Terrasse und noch auf der Erosionsfläche derselben gegen die niedere Stufe hin stellenweise mächtig entwickelte Lösslehm ist, abgesehen von localen Herabschwemmungen, auf der niederen Terrasse nicht mehr vorhanden; er scheint an ihr abzusetzen. Dies erinnert lebhaft an die Verhältnisse der Moräne, und man frägt sich, ob der Löss nicht etwa auch unter dem Niederterrassenkiese vorkommen dürfte. Bei einem so lockeren Gebilde, wie unser Löss, wird man von vornherein eine Erhaltung unter dem Niveau der niederen Terrasse kaum erwarten; selbst ältere Anschwemmungen kommen unter dem Niederterrassenschotter äusserst selten vor. Es muss daher auffallen, wenn gerade in den beiden Localitäten, aus welchen wir eine Wechsellagerung zweier verschiedener Alluvionen kennen, in Aarau und St. Jakob, sich ein Gebilde einstellt, welches dem Löss nahe zu stehen scheint.

Bei Aarau, in der bekannten Kiesgrube[1]), sind die unteren, echt glacialen Theile der Ablagerung durch ein feines, die Zwischenräume der Geschiebe ausfüllendes Material gelblich gefärbt, während der obere, zur niederen Terrasse gehörende, regelmässig geschichtete Kies eine normale graue Färbung aufweist. Nun stellt sich aber gerade die gelbliche Facies in allen Kiesgruben der hohen Terrassen ein, wo im Hangenden des Schotters Löss vorhanden ist. Die Ursache dieser Erscheinung ist einleuchtend. Ich wäre daher zur Annahme geneigt, dass einst, vor der Ablagerung der grauen Kiesmasse, hier noch Löss lag.

In St. Jakob — so berichtet *Heer*[2]) nach *Greppin*'s Aufzeichnungen — fand sich unter 6 m. Kies (nach dem Niveau: Niederterrassenkies) 1 m. Letten mit vielen Pflanzenresten, Käfern und den charakteristischen Helix hispida, Succinea oblonga, Pupa marginata etc.; darunter folgte ein 15 bis 20 m. mächtiges Gerölllager mit Blöcken. Die jurassische Facies[3]) des oberen Kieses, die alpine und besonders die „Blöcke" des unteren, weisen darauf hin, dass

---

[1]) *Mühlberg*, Verhältnisse der Aare etc. 1885. S. 30.
[2]) *Heer*, Urwelt der Schweiz. 2. Aufl. S. 532.
[3]) Ebenda. S. 533.

wir es hier mit einer Ueberlagerung des Hochterrassenschotters durch den Niederterrassenschotter zu thun haben. Zeichnet sich ja auch, wie früher erwähnt, der Niederterrassenschotter des Ausganges der Seitenthäler durch eine dem Hochterrassenschotter meist fehlende locale Facies aus. Auch die alpinen Blöcke der unteren Kiesmasse sprechen gegen eine Parallelisirung derselben mit dem Niederterrassenschotter, in welchem „Blöcke" alpiner Gesteinsarten nicht vorkommen.

Der Letten liegt in St. Jakob ebenso wie der Lösslehm unseres ganzen Gebietes auf dem Hochterrassenschotter. Seine Fauna enthält, wie gesagt, die charakteristischen Lössschnecken[1]) nebst anderen, die mit wenigen Ausnahmen alle im Thallöss zu Hause sind. Das Auftreten einiger Süsswasserschnecken erinnert an elsässische Vorkommnisse und an den sogenannten Sandlöss[2]).

Lagerung und Fauna nöthigen mich, den Letten von St. Jakob als ein dem Löss äquivalentes Gebilde zu betrachten. Aber auch die Flora führte *Heer* auf anderem Wege zur Erkenntniss des interglacialen Alters des Lehms. Als interglacial wird weiter unser Löss ebenfalls angesprochen werden.

Alle diese Erscheinungen, vor Allem aber die Lagerungsverhältnisse der äusseren Moränen, führen zur Erkenntniss zweier durch eine Periode der Erosion getrennten selbständigen Thalaufschüttungen. Hoch- und Niederterrassenschotter erscheinen uns als zwei selbständige, ungleichalterige Ausfüllungsmassen.

Darin stimmt unser Gebiet mit dem bayerisch-österreichischen Alpenvorlande, wo die beiden Schotter sich auf's Bestimmteste von einander getrennt zeigen, ganz überein[3]).

Nachdem die Ausführung einiger im Aarethale gemachten Beobachtungen uns zu einem Excurs über die gegenseitigen Altersverhältnisse von Hoch- und Niederterrassenschotter veranlasst hat, setzen wir unsere Betrachtungen über die räumliche Verbreitung jenes älteren Gebildes fort.

---

[1]) *Heer*, Urwelt. 2. Aufl. S. 533.

[2]) *Andreæ*, Der Diluvialsand von Hangendbeeten. (Abh. zur geol. Specialkarte von Els.-Loth. Bd. IV. Heft II.) 1884.

Schumacher, Erläuterungen z. geol. Karte d. Umg. v. Strassburg, 1883. S. 13 u. ff.

[3]) *Penck*, Die Vergl. d. d. A. 1882. S. 280 u. ff.

Brückner, Die Vergl. d. Salzachgebietes. 1885. S. 72 u. ff.

Hochterrassenschotter am Rhein.

Zwischen Koblenz und Rietheim haben wir den Hochterrassenschotter erwähnt; aber auch rechts des Rheines zwischen Thiengen und Kadelburg kommen hohe Terrassen bildende Alluvionen vor[1]). Darauf folgt eine Unterbrechung.

Südlich von Rümikon sind die Aufschlüsse dürftig, ich konnte jedoch vielorts über Jura und Molasse Kies und diluviale Nagelfluh feststellen, die ich besonders wegen der Lage der Vorkommnisse zum Hochterrassenschotter gerechnet habe.

Sicher vorhanden und gut aufgeschlossen ist letzterer dann innerhalb der Rheinschleife zwischen Rümikon und Kaiserstuhl; hier bildet er circa 450 m. hohe Terrassen, die östlich von Fisibach, bei Weyach, nördlich von Zweidlen (Hörnlirain), dann auch zwischen Windlach und der Glatt zu verfolgen sind. An vielen Stellen, namentlich bei Weyach und östlich von Windlach, liegt Grundmoräne an der Oberfläche, oder es lassen sich in den oberflächlichen Lagen des Schotters gekritzte Geschiebe finden. Ein Blick auf die Karte lehrt, dass die Oberfläche der Terrasse sehr uneben ist; richtet man aber vom Abhange oberhalb Hohenthengen aus den Blick gegen die Schweiz, so verschwinden die Unregelmässigkeiten, und ausgezeichnet, wie im Aarethale, tritt die zweifache Terrassenlandschaft hervor.

Auch hier, auf badischem Boden, fehlen die höheren Kieslager nicht. Aus ihnen ist bis auf 450—460 m. Höhe der ganze „Berg" nördlich von Hohenthengen aufgebaut, ja die tiefere Schotterfläche des Rafzerfeldes ist von Hohenthengen bis über Hüntwangen hinaus im Norden von einem Saume diluvialen Kieses begrenzt. Die hohe Terrasse erreicht bei Hüntwangen die Höhe von 470 m.

Bei Buchberg kommt der Hochterrassenschotter ebenfalls vor; er endet oben (480 m.) in einer Blockfacies.

Im Klettgau gehört der durch die Mitte des Thales ziehende Rücken dem Hochterrassenschotter an. Die Höhe dieses Rückens, sowie seine Lössdecke liessen es mich zuerst vermuthen; entscheidend ist aber die Zusammen-

---

[1]) *Schill*, Umgegend von Waldshut. 1866. (Karte.)

setzung der höchsten Theile, die derjenigen der Schaffhauser Moränen nicht entspricht. Sernifite fehlen, während die Gneisse aus dem Adulamassive häufig werden. Es frägt sich ferner, ob nicht die ganze Ausfüllung sammt den schmalen, die Niederterrassenstufe fortsetzenden unteren Thalböden zum Hochterrassenschotter zu stellen sei. Hier ward ich durch das Auftreten zahlreicher Geschiebe einer löcherigen Nagelfluh, sowie durch über kubikfussgrosse, dem Schaffhauser Moränenmaterial entsprechende Geschiebe veranlasst, eine Trennung vorzunehmen. Ob dieselbe richtig ausgefallen ist, muss einstweilen noch dahingestellt bleiben. Eine weitere Schwierigkeit bildet im Klettgau das Vorhandensein einer lössbedeckten, wenige Meter über dem jetzigen Thalboden in den Aufschlüssen verfolgbaren Stufe. Ist sie die niedere Terrasse oder nur ein Erosionsproduct aus dem Hochterrassenschotter? Diese Stufe erinnert sehr an die tiefe Lage des Hochterrassenschotters bei Koblenz. Beiderorts habe ich sie als Erosionsstufe aufgefasst und dem Hochterrassenschotter zugezählt, einmal wegen der hohen Lage, dann besonders wegen der Lössbedeckung im Klettgau und wegen einer allerdings nicht sehr bedeutenden, aber doch vorhandenen Bedeckung mit Glacialschutt bei Koblenz. Auch scheinen die Gerölle der löcherigen Nagelfluh in jener Stufe viel seltener zu sein als in den Kiesen der niederen Terrassen.

Dagegen treten Sernifite hier noch auf, die höher nicht mehr vorkommen. Allein es ist nicht unwahrscheinlich, dass während der vorletzten Vergletscherung, zur Zeit der Ablagerung der tieferen Theile des Hochterrassenschotters, Sernifite noch bis hieher gelangen konnten, was später durch weiteres Anwachsen des Rheingletschers und Verdrängung des Linthgletschers aus dem oberen Tössthale unmöglich gemacht wurde. Im Klettgau wäre somit der Niederterrassenschotter auf das Niveau des jetzigen Thalbodens beschränkt, wie wir es bei Ermittelung der Gefällswerthe aus topographischen Gründen angenommen haben.

Von Koblenz abwärts habe ich zuerst bei Riesenbach, Albbruck-Hauenstein nach *Schill* Diluvium eingezeichnet und dasselbe nach den topographischen Verhältnissen dem Hochterrassenschotter zugezählt. Ich habe den Schotter dann von Klein-Laufenburg über Niederhof-Rheinen (Rhina) bis Murg verfolgt. Es ist möglich, dass bei der „Bandfabrik“ nörd-

lich von Säckingen ein kleiner Rest noch vorhanden ist. Die Zeit reichte nicht mehr aus, um auf badischem Boden einigermassen eingehend zu untersuchen. Ich muss jedoch auf eine Eigenthümlichkeit der Schotterausbildung am Rande des Schwarzwaldes aufmerksam machen.

Schotter am Rande des Schwarzwaldes.

Flüchtige Excursionen rechts des Rheines werden selten zur Entdeckung von hohen Schottern führen, fast überall in den Wäldern wie auf freiem Felde sticht das Anstehende durch die Vegetationsdecke hindurch; man meint, es überall mit dem Grundgebirge zu thun zu haben. Eine sorgfältige Untersuchung der Einschnitte und Ausgrabungen jeder Art führt indessen zum Resultate, dass hier vielerorts in bestimmtem Niveau das Anstehende mit einer dünnen Diluvialdecke überzogen ist. So erklärt sich wahrscheinlich das vollständige Fehlen des Diluviums längs des Schwarzwaldes auf Blatt III der geologischen Karte der Schweiz. Selbst dort fehlt es, wo es von *Schill* eingetragen wurde; dieser ganze Theil des Blattes III ist abgedeckt dargestellt.

Zunächst tritt dann links des Rheines, bei Eiken am Ausgange des Frickthales, etwas Hochterrassenschotter auf. Er enthält hier viele alpine und Schwarzwaldgeschiebe und lässt die ausgesprochene locale Facies des in nächster Nähe aufgeschlossenen Niederterrassenschotters nicht erkennen.

Weiter oben im Frickthal sind über der Niederterrasse alle Glacialbildungen, wie ich glaube, bloss moränenartige Gebilde. Im terrassenähnlichen Hügelzug südwestlich von Oberfrick fand ich gekritzte Geschiebe. Die Fortsetzung derselben, der „Rain“ bei Frick, soll auch eine Moräne sein[1]).

Zwischen Wallbach und Möhlin haben wir wiederum eine grosse Fläche von Hochterrassenschotter. Die Eisenbahneinschnitte liegen 15—20 m. tief fast ausschliesslich in der Lössdecke eingeschnitten. Aufschlüsse sind sonst auf der ganzen Fläche spärlich vorhanden; die hochgelegene Kiesgrube unweit des Punktes 385 weist Blockfacies der oberen Theile auf.

Dann müssen wir bis über Rheinfelden hinab, um wieder Hochterrassenschotter anzutreffen. Nördlich von Giebenach liegt er ohne Einschaltung auf dem Lias und bildet eine Terrasse, die in westlicher Richtung bis gegen

---

[1]) *Mühlberg*, Zweiter Bericht 1878. S. 26.

Pratteln hin zu verfolgen ist. An einigen Stellen westlich von Giebenach und unterhalb des Punktes 353 (O. von Pratteln) ragen Nagelfluhbänke hervor.

Der nächste Punkt liegt westlich von Muttenz, auf „Ruttihard", wo diluviale Nagelfluh am Abhange mehrfach hervortritt. Diese Bildung, die, obgleich geschichtet, in der geologischen Karte mit q bezeichnet ist[1]), konnte ich ebenfalls an einer Stelle in unmittelbarem Contacte mit dem Anstehenden beobachten. Ihre Oberfläche ist mit Lösslehm bedeckt.

Südlich und südwestlich von Basel liegen auch unter einer fast Alles verdeckenden Lösslage Schotter, die ich wegen der Höhe ihrer Oberfläche für Hochterrassenschotter halten zu sollen glaube. Es gibt allerdings mehrere Punkte, die über dem Terrassenniveau stehen, allein hier scheint nach den in der Nähe vorhandenen Aufschlüssen das Anstehende sich geltend zu machen. Das Vorkommen des Lösses macht die Lösung der Frage schwierig. Die weiter westlich liegende grosse Diluvialfläche, die am Nordrande des Jura bis nach Frankreich hin sich zu erstrecken scheint und sicher mit den Schottern südlich von Basel zusammenhängt, muss ich leider einstweilen noch unberücksichtigt lassen[2]).

Rechts des Rheines glaube ich, auch eine dünne Schicht von Hochterrassenschotter bei Wyhlen in circa 320 m. Höhe, dem Muschelkalk auflagernd, als sichergestellt betrachten zu dürfen.

Gefällsverhältnisse.

Da die Oberfläche der hohen Terrasse beim Ausgange des Ergolzthales und bei Basel ziemlich regelmässig und in fast gleicher Höhe auftritt, können wir sie wohl für ursprüngliche Oberfläche halten und mit Hülfe einer ähnlichen Stelle östlich des Rafzerfeldes das Gefälle des Hochterrassenschotters berechnen. Wegen der grossen Länge der Grundlinie werden allfällige Fehler in den Höhenannahmen keinen beträchtlichen Fehler des Gefällswerthes verursachen.

---

[1]) Das Zeichen q des sogenannten ungeschichteten Quartärs, des Gletscherschuttes, ist übrigens auf Blatt II für alle über dem Niveau der niederen Terrasse liegenden Kiesmassen benutzt worden, und doch sind diese Schotter sicher Flussbildungen.

[2]) Es ist sehr zu hoffen, dass Herr Prof. Gutzwiller uns bald mit den höchst interessanten Resultaten seiner Untersuchungen über das Diluvium der Umgegend von Basel bekannt machen wird.

Höhe bei Basel . . . . 355 m.
„ „ Rafz-Buchberg . 480 „ } Diff. 125 m.
Entfernung 82,000.
Gefälle 1,5 ‰.

Niederterrassenschotter auf derselben Strecke (mit Ausschluss des Uebergangskegels):

Höhe bei Basel . . . . 280 m.
„ „ Kaiserstuhl . . 372 „ } Diff. 98 m.
Entfernung 71,000.
Gefälle 1,4 ‰.

Rhein auf derselben Strecke:

Höhe bei Basel . . . . 252 m.
„ „ der Tössmündung 341 „ } Diff. 91 m.
Entfernung 81,500.
Gefälle 1,1 ‰.

Es hat also die hohe Terrasse ein etwas steileres Gefälle als die niedere, während, wie wir früher sahen, diese steiler geneigt ist als das gegenwärtige Flussbett.

Damit stimmen die Ergebnisse der Untersuchungen von *A. Böhm* im Enns- und Steyrgebiet überein[1]).

Die topographischen Verhältnisse vor dem Hochterrassenschotter.

Im Vorhergehenden wurden mehrfach Stellen angeführt, bei welchen der Schotter unmittelbar dem Liegenden auflagert. Noch einige ganz ähnliche Aufschlüsse, ohne Moräneneinschaltung habe ich bei Koblenz (auf Muschelkalk, circa 330—340 m.), bei Zweidlen (auf Meeresmolasse), bei Leibstadt (auf Muschelkalk, circa 360 m.) beobachtet. An anderen Stellen ist die Auf-

[1]) Jahrbuch der k. k. geol. Reichsanstalt. XXXV. 1885. S. 480.

lagerungsfläche nicht zu beobachten, aber ebenfalls ziemlich tief gelegen, dann haben wir auch die Hochterrassenschotter unter dem niederen Kiese bei Aarau und St. Jakob kennen gelernt.

Diese Verhältnisse weisen darauf hin, dass zur Zeit der Ablagerung des Hochterrassenschotters die Hauptthäler bereits vorhanden waren und ihre Tiefen nicht beträchtlich von den heutigen abweichen konnten.

Alte Thäler. Sind nun vielleicht vor der Ablagerung des Hochterrassenschotters vorhanden gewesene Thäler durch die Alluvionen ausgefüllt und bei abermaliger Erosion in der Zeit zwischen hohen und niederen Terrassen nicht mehr ausgetieft worden?

An der Umbiegung des Rheines nördlich von Rietheim setzt der Keuper quer durch das Strombett. Seine Streichlinie verläuft südlich der Station Koblenz gegen Leibstadt. Auf dieser ganzen Linie kenne ich keine Contactstelle des Schotters mit dem Anstehenden, obwohl die Kiesgruben hie und da bis zum Niveau der niederen Terrasse hinunter reichen. Auf Blatt III der geologischen Karte der Schweiz wird allerdings südlich von Koblenz Keuper angegeben; ich habe jedoch denselben nie beobachten können. Nur im Norden von Rietheim ist er eine Strecke weit aufgeschlossen und scheint dann auszugehen. Contactstellen kommen südlich der besagten Linie mit Keuper und Lias, nördlich derselben mit Muschelkalk vor, die Höhen letzterer scheinen gegen Süden abzunehmen. Im Norden durchbrechen Rhein und Aare, ersterer noch deutliche Stromschnellen bildend, den Muschelkalk. Südlich der Station Koblenz liegt das Hauptgebiet des Hochterrassenschotters.

Es erscheint daher nicht unmöglich, dass vor der Ablagerung des Hochterrassenschotters der Rhein südlich von Koblenz gegen Leibstadt hin seinen Lauf nahm.

Zusammenfassung.

Wir sahen den Niederterrassenschotter sich in vorhandenen Thälern ablagern; es hat sich nun herausgestellt, dass jene Thäler Erosionsthäler in der älteren Ausfüllungsmasse des Hochterrassenschotters waren.

Wir haben früher auch den vorletzten grössten Stand der Gletscher kennen gelernt. Da diese Vergletscherung ihre Spuren auf den hohen Terrassen hinter-

lassen hat, der Hochterrassenschotter vielorts nach oben gröber wird, Blockfacies annimmt und sogar hin und wieder nahe an der Oberfläche gekritzte Geschiebe enthält, so schliessen wir daraus, dass die Ablagerung des Hochterrassenschotters überall mit der Ankunft der Gletscher ihr Ende nahm. Der Hochterrassenschotter ist nach dieser Auffassung im gleichen Connex mit der vorletzten Vergletscherung wie der Niederterrassenschotter mit der letzten; nur haben wir es bei diesem mit einer extramoränischen, bei jenem dagegen mit einer intramoränischen Entwickelung zu thun.

Die Grenzen der vorletzten Vergletscherung fallen ausserhalb unseres Gebietes, ihre Moränenwälle sind uns — wenn überhaupt vorhanden — unbekannt. In den Verhältnissen des Hochterrassenschotters macht sich diese Erscheinung derart geltend, dass wir die eigenartigen „Uebergangskegel" vermissen. Der Hochterrassenschotter unseres Gebietes ist ein sogen. unterer Schotter (Penck).

Der Löss.

Es liegt nicht in meiner Absicht, die Lössvorkommnisse der Nordschweiz hier eingehend zu besprechen, dies um so weniger, als vor Kurzem eine besonders vom paläontologischen Standpunkt aus beachtenswerthe Monographie über diesen Gegenstand erschienen ist [1]). Ich möchte vorläufig insbesondere die eigenartigen Lagerungsverhältnisse des Lösses, wie sie im Rhein- und Aarethale sich darbieten, kurz hervorheben. Sind ja doch auch eben diese Lagerungsverhältnisse zur Gewinnung bestimmter genetischer Gesichtspunkte von durchgreifender Wichtigkeit.

Löss und Lehm.

Zunächst sei nochmals wiederholt, dass der Löss gelegentlich in Lehm übergeht, und zwar nicht nur an der Oberfläche, wie vielfach angenommen wird, sondern auch stellenweise in tieferen Lagen. Zwischen Allschwyl und Binningen bei Basel z. B. gibt es eine Wechsellagerung von Lehm und Löss; der Löss allein enthält Schnecken, der Lehm ist fossilfrei [2]). Beide

[1]) *Jenny*, Ueber Löss und lössähnliche Bildungen der Schweiz. Mitth. der Naturforschenden Gesellschaft Bern. 1889.

[2]) Nach gefälliger Mittheilung des Herrn Prof. *A. Gutzwiller*.

Gebilde, Löss und Lehm[1]) sind gleichwerthig, sie vertreten sich gegenseitig, es empfiehlt sich daher, um Missverständnissen vorzubeugen, von Lösslehm zu sprechen.

Lagerung. Ein Blick auf die beigegebene Karte belehrt uns, dass der Lösslehm vorzugsweise auf der hohen Terrasse vorkommt. Selbst dort, wo die höchsten Theile der hohen Terrasse, die Blockfacies und vielleicht die Moräne selbst, noch erhalten sind, tritt der Lösslehm noch als Hangendes des Hochterrassenschotters auf. Kommt der Lösslehm, wie z. B. am Möhlinerfeld, bei Basel, bei Aarau etc., noch auf der Niederterrasse vor, so ist seine Mächtigkeit hier sehr gering. Ueberall findet man an der Oberfläche Sand und Geröll des liegenden Kieses; er pflegt dementsprechend gewöhnlich auf der niederen Terrasse stark verunreinigt aufzutreten. Oberhalb dieser seltenen Stellen ist er dann auf einer höheren Terrasse mächtig entwickelt. Ich musste daher nach und nach zur Ansicht kommen, dass aller Lösslehm der niederen Terrasse von oben herabgeschwemmt worden war. In der That ist der Löss, der doch eine starke Neigung zur senkrechten Zerklüftung zeigt und auch während langer Zeit in verticalen Wänden stehen bleibt, infolge der Kleinheit seines Kornes ein höchst bewegliches Gebilde. Wird auf einer geneigten Fläche die den Löss überziehende Pflanzendecke entfernt, so führt jeder Regenguss grosse Mengen des feinen Materiales mit, die dann mehr oder weniger schichtungslos am Fusse des Abhanges abgelagert werden. In den Einschnitten des Möhlinerfeldes ist der Vorgang ausgezeichnet zu beobachten, und es ist nur zu verwundern, dass auf der niederen Terrasse nicht mehr von diesem herabgespülten Löss vorhanden ist.

Nicht nur auf der Hochterrasse selbst ist Lösslehm vorhanden, sondern auch auf dem noch höher liegenden Anstehenden. Noch merkwürdiger ist es, auf der Erosionsfläche der hohen Terrasse mächtige Lagen anscheinend ursprünglichen Lösses anzutreffen, die in der ganzen Höhe des Aufschlusses (8—10 m. südlich von Basel) von Wurzelkanälchen durchzogen werden. Aus dieser Lagerung des Lösslehms und aus seinem Absetzen an der niederen Terrasse

---

[1]) Selbstverständlich handelt es sich hier nur um den in Verbindung mit dem Löss vorkommenden Lehm und nicht etwa um den Lehm der Grundmoräne.

entsteht die Vermuthung, der Löss könnte, gleich wie die Moräne, einst unter dem Niveau der niederen Terrasse vorhanden gewesen sein.

Alter.

Im früher besprochenen Profile von St. Jakob a./B. kamen wir zur Annahme eines Parallelismus des interglacialen Letten mit dem Löss. Der Löss wäre somit bei uns interglacial. Thatsächlich spricht die Lagerung dieses Gebildes gegen jede andere Auffassung seines Alters.

Löss tritt auf im Hangenden des Hochterrassenschotters, ja selbst im Hangenden desjenigen Theiles des Schotters, in welchem durch eine grossblockige Facies ein Uebergang zur Moräne angedeutet ist. Der Löss ist also jünger als die vorletzte Vergletscherung, während sein Fehlen auf der niederen Terrasse zur Genüge beweist, dass seine Ablagerung in älterer Zeit stattgefunden hat. Die von *Jenny* angeführten Lössvorkommnisse im Niederterrassenschotter [1]) bei Basel sind so unbedeutende und vereinzelte Fälle, dass ich in denselben gar nichts Anderes als ein Product blosser localer Verschwemmungen erblicken kann. Ich bin aber sehr weit davon entfernt, für alle Lösslehmvorkommnisse ein interglaciales Alter anzunehmen, denn es gibt mehrere Stellen, wo auf den inneren Moränen und in ihrer unmittelbaren Nähe ein lehmiges Gebilde sich einstellt, welches dem Lösslehm äusserst ähnlich ist. Es ist aber eben ein Lehm, der, soweit meine bisherigen Erfahrungen reichen, keine organischen Einschlüsse enthält. Nur der Löss, der ausserhalb der inneren Moränen in bedeutenden Ablagerungen auftritt, ist seiner Lagerung nach entschieden interglacial.

Das blosse intramoränische Vorkommen von Löss ist keineswegs an und für sich ein Einwand gegen das interglaciale Alter desselben, wie es Herr *Jenny* zu glauben scheint [2]). Ein interglacial abgelagerter Löss könnte ja selbst unter einer Eisdecke erhalten worden sein.

Wenn ausserhalb der Grenzen der vorletzten Vergletscherung, wo die zwischen Hoch- und Niederterrassenschotter eingeschaltete Moräne nicht vorhanden ist und beide Schotter dementsprechend nicht von einander zu trennen

---

[1]) *Jenny*, Ueber Löss und lössähnliche Bildungen in der Schweiz. Mittheilungen der Naturforschenden Gesellschaft in Bern. 1889. S. 123.

[2]) A. a. O. S. 41. (151.)

sind, der Löss als jüngstes Glacialgebilde betrachtet wird, so belehrt uns die bei uns erhaltene äussere Moräne eines Besseren, indem sie uns zeigt, dass der Löss nach dem Hochterrassenschotter gebildet wurde und nicht nach den glacialen Alluvionen überhaupt. Ich wiederhole es: das hier angenommene interglaciale Alter des Lösslehms bezieht sich in erster Linie auf die schweizerischen Hauptvorkommnisse ausserhalb der inneren Moränen. Weiter gedenke ich vorläufig diese Altersfrage nicht zu verfolgen und weise einstweilen nur noch darauf hin, dass auch im unteren Rheinthale, namentlich in der Gegend von Mainz und Köln, die mächtige Lössdecke einer hohen Terrasse zukommt[1]).

Entstehung. Dass sich der Lösslehm aus einem ungeheuer feinen, oft von oben bis unten von Wurzelkanälchen durchzogenen ungeschichteten Materiale aufbaut, ist bekannt; ich brauche darauf ebenso wenig einzugehen, wie auf seine aus Landschnecken bestehenden organischen Einschlüsse[2]). Dies alles, namentlich aber, wie *Mühlberg* richtig bemerkt[3]), die Lagerung des Gebildes auf einer hohen Erosionsfläche, macht die Annahme einer Entstehung des Lösses als gewöhnliches Flussgrundsediment unmöglich. Ebenso unbegründet wäre die Annahme einer Entstehung in stehenden Gewässern, gegen welche die geographische Verbreitung des Lösses und seine Fauna sprechen würden.

Infolge dessen kommen verschiedene Forscher zur Ansicht, der Löss sei nichts Anderes als ein Hochwasserschlamm[4]), während andere der *Richthofen*schen Theorie einer äolischen Entstehungsweise[5]) sich anschliessen. Eine dritte

---

[1]) An Hand bestimmter Profile wies bekanntlich *Brückner* das interglaciale Alter des Lösses im Salzachgebiet nach. Vergl. Die Vergl. des Salzachgebietes. 1886. S. 63.

[2]) Vergl. das in paläontologischer Beziehung treffliche Schriftchen von *Jenny:* Ueber Löss u. s. w. . . . Mittheilungen der Bernischen Naturforschenden Gesellschaft 1889.

[3]) Verhältnisse der Aare (Programmarbeit) 1885.

[4]) *Jentzsch*, Das Quartär der Gegend um Dresden. Zeitschrift für die gesammte Naturwissenschaft 1872. XL. 1.

Sandberger, Ueber Ablagerungen der Glacialzeit. . . . Verh. d. phys.-medic. Ges. in Würzburg. XIV. 1880. S. 125.

Jenny, A. a. O.

[5]) *Mühlberg*, Verh. d. Aare (Programmarbeit) 1885.

Hypothese ist diejenige der Entstehung an Ort und Stelle: der Löss wäre ein chemisches Umwandlungsproduct des liegenden Gesteins[1]).

Chemische Theorie.

Obschon letztere Theorie auf unser Gebiet noch nicht angewendet wurde, seien hier doch einige Gründe angeführt, die der Auffassung des Lösslehms als ein chemisches Verwitterungs- oder Zersetzungsgebilde widersprechen.

Zunächst muss die anscheinend höchst gleichartige Facies der verschiedenen Lössvorkommnisse hervorgehoben werden. Ueberall, sei es auf dem jurassischen Kalkstein wie bei Aarau oder auf der Molasse wie südlich von Basel oder auf den glacialen Anschwemmungen, haben wir äusserlich dasselbe Gebilde, eine locale Facies ist makroskopisch nicht nachweisbar[2]); nicht einmal in der Färbung lässt sich der Löss des einen Vorkommnisses von dem des anderen unterscheiden. Wo die Unterlage des Lösslehms aufgeschlossen ist, sieht man den Löss an ihr haarscharf absetzen (Aarau, Möhlinerfeld etc.). Freilich tritt in den etwa vorhandenen Kiesgruben des liegenden Schotters eine auffallende gelbe Färbung hervor, die aber lediglich auf den durch das Sickerwasser mitgerissenen Lösspartikelchen beruht. Ein apophysenartiges Eindringen des Lösses in sein Liegendes oder unzersetzte Linsen und Schmitzen des Liegenden im Löss habe ich niemals beobachten können — und doch sind solche Erscheinungen für die an Ort und Stelle entstandenen chemischen Umwandlungsproducte geradezu charakteristisch.

Auch die Zusammensetzung der Unterlage scheint keinen wesentlichen Einfluss auf die Lössbildung gehabt zu haben.

Neptunische Theorie.

Die Hochfluthschlamm-Hypothese, zu welcher in der mehrfach erwähnten Schrift *Jenny*[3]) sich bekennt, ist auch nicht viel befriedigender.

Bei unseren Flüssen ist der Hochwasserschlamm ein sehr feiner, stets grauer Sand oder ein sandiger Schlamm, der an vielen Stellen des Flusslaufes

---

[1]) *De Lapparent*, Note s. l. Lœss, etc. Ann. soc. scient. Bruxelles. 1886. War mir leider unzugänglich. Vergl. Annuaire géolog. IV. 1888. P. 482.

S. *Roth*, Beobachtungen über Entstehung und Alter der Pampasformation etc. Zeitschrift der deutschen Geol. Ges. 1888. S. 375 u. ff.

[2]) Vielleicht liesse sich hier chemisch die locale Facies nachweisen? Die bisherigen Analysen reichen leider nicht aus, um die Frage zu entscheiden.

[3]) Ueber Löss etc. Mittheilungen der Bernischen Naturforschenden Gesellschaft 1889.

die zwischen Hoch- und Niederwasserstand sich befindende Fläche einnimmt bezw. wenn diese Fläche steil, sie discordant überlagert. Hie und da, wo die Kiesbänke des Hochgestades zu Nagelfluh verkittet sind, werden sie beim Hochwasser unterwaschen; der Hochfluthschlamm setzt sich unmittelbar unter der überhängenden Nagelfluhwand an, und es entsteht eine scheinbare Ueberlagerung des feinen recenten Sandes durch den diluvialen Schotter. Beim mittleren oder niederen Wasserstande siedeln sich auf dem Schlamme Gräser an, die unter Umständen das nächste Hochwasser überleben; so kommt es, dass beim Anwachsen der Ablagerung die Wurzelkanälchen erhalten bleiben. Der Hochfluthschlamm ist aber nur so lange ungeschichtet, als die dünne Lage die Mächtigkeit einer Schicht, d. i. wahrscheinlich der jährlichen Zufuhr nicht übersteigt. Dass in den sehr selten vorkommenden, mächtigeren Ablagerungen die Schichtungslosigkeit gewahrt bleibe, muss ich einstweilen entschieden bestreiten.

Abgesehen von den Wurzelkanälchen, die bei Weitem nicht in jeder Ablagerung des Hochwasserschlammes vorhanden sind, ist also letzterer vom Löss äusserlich verschieden.

Vielleicht ist diese Verschiedenheit jedoch unwesentlich, indem möglicherweise zu einer bestimmten Zeit die Ablagerung eines feinkörnigeren Schlammes durch die Umstände ermöglicht wurde. Auch die abweichende Färbung beider Gebilde mag unwesentlich sein. Unerklärlich bleibt aber doch die Höhe der Auflagerungsfläche.

Die Oberfläche des Hochterrassenschotters südlich von Basel liegt, wie wir gesehen, circa 350 m. hoch. Nach *Jenny* kommt aber der Löss noch in einer Meereshöhe von 390 m. vor[1]). Unmittelbar nach der vorletzten Vergletscherung floss der Strom auf der hohen Terrasse (circa 350—360 m.), in welcher er sich dann bald einschneiden musste. Um eine Hochwasserschlammablagerung in 390 m. Höhe hervorzubringen, sollte die Tiefe des Flusses circa 30—40 m. erreicht haben!

Ganz dasselbe gilt für viele andere Lössvorkommnisse, namentlich aber für solche des Jura nördlich von Aarau, wo nach *Mühlberg*[2]) typisch

---

[1]) A. a. O. S. 16. (126.)

[2]) Nach mündlicher Mittheilung des Herrn Prof. Dr. *Mühlberg*.

entwickelter Löss mit Schnecken, weit vom Hauptthale entfernt und hoch über dem Niveau der Schotter, vorkommt.

Es ist übrigens sehr fraglich, ob die Lehmvorkommnisse, die allenthalben auf der löcherigen Nagelfluh 200 m. und mehr über dem Flussniveau angetroffen werden, nicht auch dem Lösslehm zuzurechnen sind.

Das Ungeschichtetsein einer 8—10 m. mächtigen Lössablagerung spricht auch durchaus nicht für den Hochfluthschlamm, und die Argumente, die die Schichtungslosigkeit eines Hochwassergebildes erklären sollen, scheinen mir nicht viel mehr als blosse Speculation zu sein. Schlamm, aus einem bereits geschlemmten Materiale von gleichmässiger Korngrösse bestehend; kein Wechsel der Stromgeschwindigkeit während der Ablagerung; Zerfallen des bereits gebildeten Lösses während der Hochfluth u. s. w. sind wohl an und für sich sehr vernünftige Gedanken oder, wie man zu sagen pflegt, „denkbare" Erscheinungen; dagegen sind diese Annahmen leider durchaus nicht naturgemäss.

Dass stellenweise die Gewässer bei der Lössbildung wesentlich mitgewirkt haben, will ich jedoch nicht bestreiten. Im grossen Moränenamphitheater von Wangen a./A. liegt mancherorts auf den Moränenwällen[1]) oder am Fusse derselben ein Gebilde, welches beim ersten Anblick gar nicht vom Lösslehm zu unterscheiden ist. Es ist dies ein ungeschichteter, von Wurzelkanälchen durchzogener, senkrecht zerklüfteter Lehm, der eine Mächtigkeit von 1—$1^1/_2$ m. erreicht und nach der Tiefe in einen fein geschichteten Sand übergeht. Nach unten wird der Sand gröber und geht schliesslich in einen mehr oder weniger regelmässig geschichteten Schotter über. Stellenweise scheint der Schotter in Moräne auszulaufen (beim Bahnhofe Inkwil). In der Regel fallen die feinen Sandschichten, sowie die Auflagerungsfläche des Lehms deutlich von den Moränenwällen ab.

Es unterliegt für mich keinem Zweifel, dass der fragliche Lehm, sowie Sand und Schotter einer Umlagerung der Moräne durch die Thätigkeit der Gewässer ihre Entstehung verdanken. Möglicherweise waren bei der Bildung von Sand und Schotter die Schmelzwasser des Gletschers thätig. Bei der Ablagerung des höchst feinkörnigen Lehms auf seiner geneigten Unterlage

---

[1]) Südlich von Niederbipp, bei Inkwil, Niederönz etc.

muss die hier thätige Wassermenge äusserst gering gewesen sein; vielleicht handelt es sich bloss noch um das von der Oberfläche der Moräne herabrieselnde Regenwasser (?). Bemerkenswerth ist, dass sehr oft unmittelbar über dem Lehm, an der Grenze des Humus, sich wiederum eine dünne Gerölllage einstellt.

Ursprung des Materials.

Von *Mühlberg* ist unser Löss zuerst als Umlagerungsproduct der Grundmoräne angesehen worden[1]), und thatsächlich kann man sich dieser Annahme kaum verschliessen, so gross ist die Aehnlichkeit zwischen dem Löss und dem Grundmoränenlehm. Allein, wenn auch die Lagerung des Gebildes und zum Theil seine Fauna vielfache Beziehungen zur Eiszeit zu erkennen geben, so ist doch die petrographische Zusammensetzung des Lösses bei uns noch zu wenig bekannt und bezüglich des Ursprunges des Materials das entscheidende Wort nicht gesprochen.

Aeolische Theorie.

Es führt uns dies zur Erörterung der dritten, neuerdings von *Mühlberg* befürworteten äolischen Theorie.

Der bewährte Aargauer Geologe hat in seinem trefflichen Schriftchen des Jahres 1885[2]) bereits die Gründe aufgezählt, die ihn zur Annahme der äolischen Entstehungsweise geführt haben und die seither, trotz abweichender Anschauungen neuerer Autoren, eigentlich nicht widerlegt wurden.

Für mich stehen doch einer endgültigen Annahme der erwähnten Theorie zwei Bedenken entgegen.

Zunächst scheinen die Hauptvorkommnisse des Lösses an die grossen Thäler gebunden zu sein und liegen in denselben ziemlich tief.

Dann ist die Fauna des Lösses durchaus nicht diejenige einer dürren, von Staubstürmen heimgesuchten Steppe.

Es muss aber zugegeben werden, dass wenn, wie möglich, die Lösslehmvorkommnisse, die auf unseren Hochflächen die diluviale Nagelfluh überlagern, wirklich in enger genetischer Beziehung zum Löss stehen, das erste Bedenken verschwindet.

Dann ist es auch richtig, dass Staubstürme nicht nothwendig ein dürres Klima voraussetzen.

---

[1]) Verhältnisse der Aare etc. 1885.

[2]) Ibid.

Lehrreich war es nach der Juragewässer-Correction, auf dem mit Seeschlamm, Molassesand und Moräne bedeckten, trockengelegten Landstreifen am Südufer des Neuenburgersees bei jedem anhaltenden Winde tagelang hohe Staubwolken sich hinziehen zu sehen. In diesen Staubwolken ist die feuchtigkeitliebende Strauchvegetation entstanden, die schliesslich, nach Jahren, über die Wüstenstürme die Herrschaft gewinnen sollte.

Wie hier im Kleinen, so geschieht es auch im Grossen — unter sonst gleichen Verhältnissen.

Sollten nun nicht gerade nach dem Rückzuge der Gletscher aus der Nordschweiz Material, sowie klimatische Bedingungen zur Entstehung einer äolischen Ablagerung vorhanden gewesen sein?

Bezüglich der Lössbildung bin ich also nicht ungeneigt, mich der Richthofen-Mühlberg'schen Theorie anzuschliessen.

Ob sie überall den Verhältnissen gerecht wird, will ich nicht entscheiden. Hier wie in anderen Dingen stehen der Natur zur Erzielung eines bestimmten Endproductes mehrere Wege offen!

III.

Das Anhäufen und Abtragen der Schotter.

(Zur Dynamik der Accumulation und Erosion.)

Es fragt sich nun: können wir aus dem Vorkommen der beiden Schotter, aus ihrer Lagerung und aus ihrem inneren Aufbau Gesichtspunkte für ihre Ablagerung gewinnen?

Nach meiner Ansicht ist es möglich, wenigstens noch einen Schritt weiter zu gehen, als wir es bisher gethan haben.

Es ist namentlich die relative Grösse der Gerölle in den verschiedenen Niveaux, die hier von Werth sein dürfte.

Freilich lässt sich die Zunahme der Geröllgrösse von unten nach oben auf verschiedene Weise erklären.

Es mag die Wasserführung der Ströme während der ganzen Bildungszeit stetig zugenommen haben, wodurch Geschwindigkeit und Transportfähigkeit vermehrt worden wären. Möglich ist es auch, dass der Geschiebelieferant, der Gletscher, während der Bildung der Kieslager im Heranrücken war, wodurch auch die geringe Abrundung vieler, in den oberen Theilen der Schotter enthaltener Geschiebe sich erklären liesse. Man könnte endlich auch an eine Vermehrung des Flussgefälles denken, welches etwa infolge relativer Verschiebung von Festland- und Meeresgrenze eingetreten wäre.

Von letzterer Hypothese glaube ich indessen absehen zu müssen, da sich keine anderen Anhaltspunkte zu ihrer Beurtheilung finden lassen. Ausserdem widersprechen ihr die bis nach Holland hinaus sich hinziehenden Terrassen

des Rheines. Es gibt noch bei Köln zwei Terrassen, die den unseren zu entsprechen scheinen, während der Rheinspiegel circa 36 m. über Meer liegt, so dass die Strandverschiebung keine bedeutende gewesen sein könnte. Auch anderwärts in Europa und in Amerika sind diluviale Flussterrassen vorhanden[1]). Die Erklärung der Diluvialterrassen unserer Flüsse durch Strandverschiebungen scheint völlig aus der Luft gegriffen zu sein.

Anders ist es mit den beiden ersten Annahmen.

Ein Vorrücken der Gletscher während der Schotterablagerung geht aus den früher besprochenen gegenseitigen Lagerungsverhältnissen der Moränen und Fluvioglacialgebilde hervor.

Lässt sich nun die Zunahme der Geröllgrösse nach oben in den Terrassen durch das während der Ablagerung stattfindende Vorrücken der Gletscher erklären, so glaube ich einer Zunahme der Wassermenge auch nicht aus dem Wege gehen zu können. Der von den Moränen aus auf weite Strecken verfolgbare Mangel an Sandeinlagerungen in den oberen Theilen der Schotter weist darauf hin, dass das Wasser stets in lebhaftem Fliessen begriffen war. Dies lässt sich nicht durch das blosse Heranrücken der Gletscher erklären; je grösser die Eismassen, desto mehr Sand und Schlamm würde den Gletscherbächen geliefert; wenn nun immer gröberes Geröll und immer weniger feines Material zur Ablagerung kam, so ist dies wohl auch durch die Zunahme der Wassermengen zu erklären.

Die Betrachtung der steileren Uebergangskegel belehrt uns ebenfalls über den Mechanismus der Schotteranhäufung.

Der Uebergangskegel ein Gletscherboden.

Bei Oensingen, sowie am Birrfelde, am Wettinger- oder am Rafzerfelde sehen wir, sofern die Einengung des Thales es gestattet, die Alluvionen auf allen Seiten vom Moränenamphitheater nach Aussen abfallen und hier weite, anscheinend ebene, wagrechte, thatsächlich um circa 4—8 $^0/_{00}$ geneigte Flächen bilden. Sie schliessen den Niederterrassenschotter nach oben ab. Aus ihrer Lage an den Endmoränen geht hervor, dass wir es mit eigentlichen Gletscherböden zu thun haben, wie denn überhaupt der ganze

---

[1]) *Penck*, Ueber Periodicität der Thalbildung. Verhandlungen der Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin, 1884. No. 1. S. 4 u. f.

Niederterrassenschotter ein weit ausgedehnter Gletscherboden der letzten Vergletscherung ist.

Als Gletscherboden ward der Uebergangskegel durch die während des Gletscherstillstandes überall dem Eissaume entströmenden Bäche abgelagert. Eine einheitliche Bildung aus einem einheitlichen Gletscherflusse ist er nicht, wie sein Vorkommen rings um die Moränenwälle lehrt. Schon beim ersten Blicke wird man sich darüber klar; wäre es nicht der Fall, so würde einer einheitlichen Ablagerung des Verbindungskegels sein Gefälle widersprechen. Nur durch die Zertheilung der Schmelzwasser während des Gletscherstillstandes erklärt sich seine starke Neigung thalwärts, die früher zu 4—8 ‰ angegeben wurde, thatsächlich aber noch grösser wird, wenn man die den Moränen zunächst liegenden Theile in Betracht zieht.

Ich erinnere daran, dass bei den heutigen Gletscherböden dieselbe Zertheilung der Gewässer hervortritt, die freilich wegen des schmalen Thalquerschnittes nicht überall vom Gletscher aus sich kundgibt, sondern auch infolge der starken Belastung der Gewässer innerhalb des Hauptgletscherbaches eintritt. Es ist aber hier nicht der Ort, die gegenwärtigen Erscheinungen zur Sprache zu bringen, und ich lasse nur noch eine Tabelle der Gefällsverhältnisse einiger Gletscherböden folgen, weil ich letztere für noch viel zu wenig bekannte Züge der heutigen Gletscherlandschaft halte [1]).

Segnes Sut.	8 ‰
Gletschboden (Rhonegletscher) .	11 ‰
Unteraargletscher	15 ‰
Limmernboden . . . . . (?)	27 ‰
Hinterrhein . . . . . >	30 ‰
Rätherichsboden . . . . (?)	34 ‰
Hasli im Grund	17 ‰

(Die Berechnung hat auf Grund der Angaben der 1 : 50,000 Karte stattgefunden. Diese Angaben sind jedoch allzu dürftig, um eine genaue Ermittelung der Gefälle zu ermöglichen. In sechs Fällen kam mir allerdings die eigene Anschauung und Kenntniss der bezüglichen Gletscherböden zu gute.

---

[1]) Im gleichen Sinne äussert sich *Heim* in: Handb. d. Gletscherkunde. 1885. S. 368.

Der Limmernboden ist mir unbekannt. Aus Gründen, die später hervortreten werden, suchte ich die minimalen Gefälle zu berechnen. Es sind auch einige Flächen berücksichtigt worden, die heutzutage keine Gletscherböden mehr sind, wohl aber einst solche waren.)

Die weitgehende Zertheilung der Gewässer ist, wie erwähnt, auf den Gletscherböden eine allgemeine Erscheinung, sie ist entweder eine ursprüngliche, vom Gletscher aus vorhandene, oder sie ist secundär, eine Wirkung der starken Belastung des Gletscherbaches. Nur dadurch wird das starke Gefälle der Gletscherböden zu Stande gebracht.

Wie gegenwärtig, war es auch zur Eiszeit; nur dürfen wir hier in den breiten Thälern eine noch viel weitergehende Zertheilung der Gewässer annehmen. Das Gefälle der eiszeitlichen Gletscherböden ist durch ein complicirtes Verhältniss zwischen Geschiebeführung und Wassermenge der Gletscherbäche bedingt; die Wassermenge ist von dem Grade der ursprünglichen Zertheilung der Schmelzwasser abhängig.

Aber nicht nur auf die Ablagerung, sondern auch auf das nächstfolgende Einschneiden werfen die Verhältnisse des Uebergangsgebietes ein Licht.

Nach Fertigstellung der Uebergangskegel und der sie bergwärts begrenzenden Moränenamphitheater begann der Rückzug der Gletscher. Das Eis löste sich von den während langer Zeiten gebildeten Moränenwällen; die Gewässer konnten nicht mehr rings um den Gletscher in das Thal sich ergiessen, sie sammelten sich hinter den Moränen in der durch den Gletscher vor Erhöhung bisher geschützten Thalstrecke [1]). Am niedrigsten Punkte der Moränenumwallung floss der See über, es bildete sich für die angesammelten Gewässer eine einheitliche Abzugsrinne. Von nun an war das ganze Schmelzwasser concentrirt, die Stosskraft über das Verhältniss der vereinigten Wassermengen vermehrt, das Zeichen der Arbeitsleistung umgekehrt: Statt Accumulation stellte sich Erosion ein. Zuerst wurden Moränen und Uebergangskegel angeschnitten; der Fluss schlängelte sich durch den Gletscherboden, und so entstand die terrassenförmige Gestaltung des Uebergangskegels, wie er im Birrfelde, Wettingerfelde, Rafzerfelde, bei Aarwangen zum Theil schon auf

---

[1]) Die Centraldepression *Penck*'s.

der 1 : 25,000 Karte zu erkennen ist. Die Lage des Einschnittes in dem Moränenamphitheater musste durch die niedrigste Stelle des letzteren bedingt werden. So erklärt es sich, dass der Fluss beim Durchbruche durch die Moränen heutzutage nicht immer die Mitte des Thales einnimmt. Statt durch das Rafzerfeld seinen Lauf zu nehmen, fliesst der Rhein am Nordfusse des Irchel, tief in der Molasse eingeschnitten.

Wir kommen also zu Ergebnissen, die im vollsten Widerspruche mit der früher oft angenommenen Hypothese der postglacialen Entstehung der Kieslager stehen.

Niederterrassenschotter weder prä- noch postglacial.

Man ging bei Aufstellung dieser Hypothese von mehr oder weniger theoretischen Gesichtspunkten aus. Die Einen meinten, die alpinen Kieslager hätten sich ja nicht unter den See-Enden bilden können, wenn sie nicht von bereits über die See'n hintransportirtem Gletscherschutt aufgebaut worden wären; sie glaubten aus diesem Grunde, die Schotter für postglacial halten zu sollen, wobei immer die Annahme, dass die Schmelzwasser allein während des Rückzuges des Eises ausreichend gewesen seien, um die Umlagerung des Moränenmateriales zu besorgen, eine ganz wesentliche Rolle spielte.

Andere meinten, das Vorhandensein alpiner Alluvionen am oberen und unteren Ende der See'n weise gerade auf eine einstmalige Ausfüllung derselben hin, aus welcher der See durch glaciale Reexcavation wieder hervorgegangen wäre.

Da die See'n innerhalb des Moränengebietes liegen und wir dasselbe vorläufig aus unseren Betrachtungen grundsätzlich ausgeschlossen haben, glaube ich auf die letztere Annahme der Seeausfüllung und der glacialen Reexcavation nicht eingehen zu müssen, wenn es auch nicht an Gründen fehlt, sie bei uns als unwahrscheinlich zu verwerfen.

Mit der ersten Annahme des postglacialen Alters der Kieslager werde ich mich ebenso wenig abgeben; es gehen, wie ich glaube, widersprechende Thatsachen zur Genüge aus unseren früheren Erörterungen hervor. Nur auf einen wesentlichen Punkt soll hier hingewiesen werden.

Unterhalb der meisten unserer grossen See'n mündet in den Seeausfluss ein Seitenfluss, der einen flachen Schuttkegel gebaut hat und die ursprünglichen

Alluvionen verdeckt, so dass aus dem Vorhandensein einer Alluvialebene unterhalb des See's noch nicht auf das Vorkommen des Hauptflussschotters zu schliessen ist.

Viele See'n werden durch eine Moräne abgedämmt. Wenn nun unterhalb derselben eine aus Schottern des Hauptflusses bestehende Ebene sich erstreckt, so ist das gerade derjenige Theil der Schotter, der an der Moräne absetzt d. i. von ihr aus gebildet worden ist oder, wie *Penck* sagt, der obere und nicht der untere Schotter.

Wir wissen über das Verhalten der tiefen Theile des Hauptflussschotters an den See-Enden meist gar nichts, so dass auf dieses Verhalten nicht zu bauen ist.

Kehren wir aber zu unserem eigentlichen Thema zurück, so müssen wir gestehen, dass die Theorie der postglacialen Bildung der Schotter mit dem ganzen Auftreten derselben ausserhalb der inneren Moränen im Widerspruche steht. Wir haben früher die Abnahme der Mächtigkeit des Schotters innerhalb der Moränenamphitheater kennen gelernt.

Unmittelbar nach dem Beginn des Gletscherrückzuges wurde das Moränenmaterial nicht mehr auf den Moränenwällen abgelagert, sondern hinter denselben im Gebiete der sogen. Centraldepression. Da aber diese Depression im Niveau tiefer steht als die Oberfläche des Uebergangskegels, so konnte der Gletscherschutt nicht mehr auf die Terrasse gelangen. Die Thalaufschüttung hörte, wenigstens im Uebergangsgebiet, auf; es stellte sich Erosion ein. Ob indessen thalabwärts nicht noch eine Zeit lang abgelagert wurde, ist fraglich. Es scheint wohl möglich, dass das dem Uebergangskegel entnommene, durchaus nicht unbedeutende Material weiter thalabwärts noch an der Terrassenoberfläche liegen blieb. Dieser Antheil der Rückzugsperiode an der Accumulation ist aber jedenfalls im Verhältnisse zum Ganzen sehr gering gewesen, wie dies übrigens schon daraus hervorgeht, dass die Geschiebegrösse in den Terrassen mit der Tiefe nicht zu-, sondern abnimmt. Innerhalb der Moränen wurde während des Rückzuges sicher noch abgelagert, sonst wäre ja allenthalben auf den intramoränischen Terrassen resp. auf dem Thalboden Glacialschutt vorhanden, was nicht der Fall ist.

Mühlberg spricht sich in seiner neuesten Arbeit[1]) dahin aus, dass die Kiesmassen vor den Gletschern entstanden seien und die Ablagerung bis zu ihrem Rückzuge hinter die See'n angedauert hätte. Dann hätte, infolge der Entlastung der Schmelzwasser, die Erosionsthätigkeit begonnen. Eine ähnliche Ansicht findet man schon bei *Charpentier*[2]) und *A. Escher v. d. Linth*[3]) ausgesprochen. Sie ist in der That verlockend. Allein man darf hier den See'n keine allzu wichtige Rolle zutrauen, da Kiesterrassen auch in vollkommen see'nlosen Gebieten auftreten[4]). *Mühlberg* scheint übrigens dies eingesehen zu haben, denn er schreibt: „Diese Entlastung musste in der That von dem Momente an eintreten, sobald die Gletscher weit genug unter unseren Verhältnissen, z. B. hinter die See'n, zurücktraten".

Wie dieses „weit genug" aufzufassen ist, haben wir soeben gesehen. Unter diesem Vorbehalte schliesse ich mich, bezüglich der glacialen Entstehung der Kieslager der niederen Terrassen, *Mühlberg*'s oben erwähnter Ansicht an.

Der Hochterrassenschotter ein fluvioglaciales Gebilde der vorletzten Vergletscherung.

Ueber die Bildungsweise des Hochterrassenschotters lässt sich wenig sagen. Die Moränenbedeckung und die in den oberen Theilen sich kundgebende Blockfacies oder die Führung von gekritzten Geschieben weisen darauf hin, dass wir es mit einem vorzugsweise beim vorletzten Vorrücken der Gletscher abgelagerten Gebilde zu thun haben. Sein zerstückeltes Vorkommen, die spärlichen Aufschlüsse, die Unkenntniss der sogen. oberen Schotter *(Penck)* machen es unmöglich, die übrigen Verhältnisse anders als durch die Analogie mit dem Niederterrassenschotter zu beurtheilen. Alle Erscheinungen führen uns dazu, den Hochterrassenschotter als die der vorletzten Vergletscherung entsprechende Flussbildung anzusprechen.

---

[1]) Verhältnisse der Aare etc. 1885. S. 38.

[2]) *Charpentier*, Essai sur les Glaciers. S. 341.

[3]) *A. Escher v. d. Linth*, Ueber die Gegend von Zürich in der letzten Periode der Vorwelt. S. 28.

Es ist zu bemerken, dass unsere Ansicht über die Ursache des Einschneidens auch eine während kurzer Zeit sich geltend machende Entlastung involvirt.

[4]) Und in Gebieten, die mit See'n nicht in Verbindung stehen.

Thatsächlich ist im ostalpinen Vorlande der Connex zwischen den äusseren Moränen und dem Hochterrassenschotter erwiesen worden[1]). Da im Uebrigen der Hochterrassenschotter des Salzachgebietes dem unseren vollkommen entspricht und sich namentlich durch die Bildung hoher Terrassen, durch die Bedeckung mit Moränen der vorletzten Vergletscherung und mit Löss von den tieferen, niedere Terrassen bildenden Alluvionen der letzten Vergletscherung unterscheidet, so dürfen wir beide, unseren Hochterrassenschotter und den ostalpinen, parallelisiren.

---

[1]) *Brückner,* Vergl. d. Salzachgeb. 1886. S. 74.

IV.

Die organischen Einschlüsse der Schotter.

(Zur Paläontologie der niederen und hohen Terrassenstufe.)

Niederterrassenschotter.

Nur fünf Funde sind mir aus den fluvioglacialen Bildungen der Nordschweiz bekannt. Die einen gehören wohl sicher der Niederterrassenstufe an, der andere (Niederweningen) stammt aus Ablagerungen, die mit den inneren Moränen in genetischem Connex zu stehen scheinen.

An allen fünf Stellen, nämlich in Aarau[1]), bei St. Jakob[2]) (an der Birs), bei Lüttingen[3]), Ober-Lauchringen[4]) (Baden) und in Niederweningen[5]) wurde gefunden:

Elephas primigenius.

Bei St. Jakob und Lüttingen auch

Bos primigenius.

Beide Säugethiere müssen somit als für unsere Niederterrassenstufe bezeichnend betrachtet werden, dies um so mehr, als sie weiter unten im Rheinthale in gleicher Lage auftreten[6]).

---

[1]) *Mühlberg*, Verhältnisse der Aare. 1885. S. 39.

[2]) *Heer*, Urwelt. 2. Aufl. S. 533.

[3]) *Schill*, Umgebung von Waldshut. 1866. S. 26.

[4]) Ebenda.

[5]) Der Fund wurde während des Druckes dieser Arbeit gemacht und es steht zu erwarten, dass Herr Prof. *Lang* in Zürich uns bald mit den Resultaten seiner Untersuchungen über die ausgegrabenen Säugethiere bekannt machen wird.

[6]) *Sandberger*, Die Land- und Süsswasser-Conchylien der Vorwelt. 1870—75. S. 948.

Der Löss.

Der Löss, die nächst ältere Bildung unseres Gebietes, enthält im Rheinthal häufig noch Elephas primigenius, Rhinoceros tichorhinus, Cervus tarandus, Hyaena spelaea[1]), also eine verhältnissmässig junge Fauna, während bei uns die Flora des sehr wahrscheinlich lössäquivalenten Lehms von St. Jakob nach *Heer* ganz mit der Dürntener und Cannstädter Flora übereinstimmt[2]), wie auch, aus anderen Gründen, unser Löss hier als interglacial angesprochen wurde.

Die interglacialen Schieferkohlen haben an Säugethieren geliefert[3]):

Elephas antiquus,
Rhinoceros Merckii,
Bos primigenius,
Cervus elaphus,
Cervus alces,
Ursus spelaeus.

Hochterrassenschotter.

Im darunterliegenden Hochterrassenschotter ist bei uns noch nichts gefunden worden.

Die Hochterrassenstufe setzt sich aber am Rhein über unser Gebiet hinaus fort.

Zwei Terrassen kenne ich aus der Gegend von Köln; die höchste allein trägt eine mächtige echte Lössdecke. Ebenso soll es bei Mainz sein[4]) und, wie aus *Schumacher*'s Beschreibung[5]) hervorzugehen scheint, auch bei Strassburg, wo die 185—195 m. hohe Mundolsheimer Terrasse mit echtem Löss, die 140—145 m. hohe Schiltigheimer hingegen mit sogen. Sandlöss bedeckt ist.

---

[1]) *Sandberger*, Die Land- und Süsswasser-Conchylien etc. S. 754.

[2]) *Heer*, Urwelt. 2. Aufl. S. 535.

[3]) Ebenda. S. 527 u. ff.

Dass Elephas primigenius in Dürnten fehlt, bedeutet höchstens, dass er damals in Dürnten nicht vorhanden war, und nicht, wie man vielfach behaupten hört, dass er überhaupt nicht existirte. Er kommt in älteren Ablagerungen des Rheinthales und Englands vor.

[4]) *Penck*, Periodic. d. Thalbildung a. a. O. S. 3—4.

[5]) Erläuterungen zur geologischen Karte der Umgegend von Strassburg. 1883.

Es liegt nahe, diese Terrassen mit den unseren zu parallelisiren und das Alter des Hochterrassenschotters aus den Einschlüssen der fossilreichen Moosbacher Sande, die einer hohen Terrasse angehören[1]), abzuleiten.

Aus den Moosbacher Sanden führt *Sandberger* etwa 20 Säugethierarten an, darunter[2]):

Elephas antiquus,
Elephas primigenius,
Rhinoceros Merckii,
Rhinoceros etruscus,
Hippopotamus major etc.,

woraus sich eine ziemlich tiefe Lage des betreffenden Gebildes im Pleistocän ergibt:

Neuerdings sind Stimmen laut geworden, die die Moosbacher Sande in der Interglacialzeit unterbringen wollen[3]). Für diese Annahme werden von *Andreæ* folgende Gründe angeführt:

1) die angeblich von *Koch* wahrgenommene Unterlagerung des Sandes durch Geschiebelehm;
2) die reiche Conchylienfauna und die relative Seltenheit der alpinen Varietäten der Helix arbustorum;
3) die mannigfaltige Säugethierfauna.

In *Koch*'s[4]) Abhandlung finde ich indessen keinen eigentlichen, unter dem Sande liegenden Geschiebelehm angeführt, wohl aber sind grosse eckige Blöcke im Taunusschotter unter dem Sande und noch im Sande vorhanden, die nach *Koch*[5]) und *Penck*[6]) durch Eisschollen hieher getragen worden sind.

Die übrigen Gründe für das interglaciale Alter des Sandes werden durch das Vorhandensein der erwähnten Blöcke in demselben sehr erschüttert. Wäre die Seltenheit der alpinen Varietäten der Helix arbustorum nicht dadurch zu

---

[1]) *Penck*, Periodic. d. Thalbildung a. a. O.
[2]) *Sandberger*, Land- und Süsswasser-Conchylien etc. S. 761.
[3]) U. A. *Andreæ*, Der Diluvialsand von Hangenbieten. S. 34.
[4]–[5]) Erläuterungen zur geol. Specialkarte von Preussen. Bl. Wiesbaden. S. 41.
[6]) Periodic. d. Thalbildung a. a. O.

erklären, dass wir es hier wohl mit einer Vergletscherung, doch aber nicht mit einer alpinen zu thun haben?

Was drittens die mannigfaltige Säugethierfauna anbelangt, so ist es doch unwahrscheinlich, dass hier alle zwanzig Species zusammengelebt hätten; sind ihre Gebeine nur zusammengetragen worden, so beweist ihre Mannigfaltigkeit nicht viel.

Aus der Aehnlichkeit der Terrassenausbildung und aus der Wechsellagerung der Moosbacher Sande mit glacialem Materiale der grossen (vorletzten) Vergletscherung, wie sie beim Hochterrassenschotter vorkommt, geht für mich mit Wahrscheinlichkeit hervor, dass beide Ablagerungen gleichalterig sind.

Der Hochterrassenschotter würde somit einer durch

Elephas antiquus,
Rhinoceros Merckii,
Hippopotamus major

charakterisirten stratigraphischen Stufe angehören.

Wären dagegen die Moosbacher Sande wirklich interglacial, so würde sich für den Hochterrassenschotter ein noch höheres Alter ergeben, was ich jedoch, in Anbetracht unserer einheimischen Verhältnisse, für höchst unwahrscheinlich halte.

Auch darüber wird die Zukunft zu entscheiden haben!

V.

Die löcherige Nagelfluh.

Mit den Ablagerungen, die wir bisher unseren Betrachtungen unterzogen haben, sind die geschichteten Glacialgebilde — das Diluvium, wie man früher zu sagen pflegte — nicht erschöpft.

Begeben wir uns wieder auf die Anhöhe nördlich von Hohenthengen, so tritt uns eine eigenthümliche Erscheinung vor Augen.

Ueber die Riesenstufen der niederen und hohen Terrassen steigt das vielfach durch Seitenthäler durchschartete Land zuerst mässig, dann allmälig steiler, schliesslich in schroffen Wänden zu einer bewaldeten Hochfläche hinauf, die in einer den beiden unteren Stufenkanten ziemlich parallel laufenden Linie sich am Himmel abhebt.

Nicht nur von Hohenthengen aus bietet uns die Landschaft das eben geschilderte dreitheilige Bild. Sehen wir von ähnlichen Stellen innerhalb des Gebietes beim Zusammenflusse von Aare und Rhein ab, so haben wir z. B. in der Aussicht von den Bergen oberhalb Grenzach-Wyhlen (nördlich von Basel) gegen Süden ein Gegenstück zu derjenigen von Hohenthengen.

Hier wäre ja, da wir das Gebirge quer gegen seine Streichrichtung erblicken, die Sache vielleicht begreiflich. Ganz anders ist es bei Hohenthengen, wo das vor uns liegende Thal und sein südliches Gehänge keineswegs in der Streichrichtung des Gebirges ausgeschnitten sind, sondern dieselbe vielmehr unter annähernd 45 ^{0} kreuzen. Mehrere, in ihrer petrographischen Beschaffenheit von einander sehr verschiedene Stufen der Sedimentreihe gehen an dem uns gegenüber liegenden Abhange aus, und da das allgemeine Fallen des Gebirges ein südöstliches ist, so fragt man sich unwillkürlich, wie die

plateauförmige, sanft nach Norden sich abdachende Hochfläche zu Stande kommen konnte.

Die Ursache dieser Störung des gewöhnlichen Landschaftsbildes der Querthäler im Tafeljura liegt in der über die niederen Gebirgsrücken deckenförmig ausgebreiteten löcherigen Nagelfluh.

1. Die Vorkommnisse, ihre Lagerung, ihr Aufbau.

Nehmen wir von Rheinfelden aus den Weg gegen den südlich gelegenen „Berg", so treffen wir, nachdem wir die Kiesmassen der niederen Terrassen überschritten haben, am Fusse des Abhanges zunächst Muschelkalk, auf welchen, über dem Niveau der Hochterrasse, unmittelbar ein unseren Schottern äusserlich ganz ähnliches Gebilde folgt[1]).

Eigenschaften der „löcherigen Nagelfluh".

Es ist nicht leicht, auf dem „Berg", wie der Ort in der 1 : 25,000 Karte heisst, Stellen zu finden, wo das Geröll nicht zur Nagelfluh verkittet wäre; indessen sind solche hie und da in kleinen Aufschlüssen zu sehen. Wahrscheinlich sind die sanfter geneigten Partien des Abhanges unverkittet.

Sie sind aber sammt und sonders bewachsen, und da nur Waldwege das aus Schottern aufgebaute Plateau durchziehen, so sind auch keine Kiesgruben in denselben angelegt. Dies sei nur erwähnt, weil die Armuth, ja häufig der absolute Mangel an Aufschlüssen in den obersten — anderwärts, beispielsweise südlich von Hohenthengen, wie hier plateaubildenden — Schottern eine ganz allgemeine, das Studium derselben sehr erschwerende Erscheinung ist. Dafür bieten die mancherorts in Form von Fluhwänden auftretenden Anschwemmungen nur zum Theil eine Entschädigung, weil sie selten frisch angebrochen und meist ungangbar sind. Auch die Gegenwart einer Lehmdecke lässt sich „auf dem Berg" feststellen, und da wir es wiederum mit einer allgemeinen Erscheinung hochgelegener Schotter zu thun haben, muss dieser

---

[1]) Es ist daher ungerechtfertigt, das Zeichen q des ungeschichteten Quartärs hier anzuwenden, wie es in Blatt III der geol. Karte der Schweiz geschehen ist. Auf Blatt II fanden wir die Bezeichnung q auf alle über der Niederterrasse auftretenden Anschwemmungen ausgedehnt.

Umstand ebenfalls als ein die Untersuchung erschwerendes Moment betrachtet werden.

Auf die Aehnlichkeit dieser hohen Schotter mit den tieferen der Terrassen haben wir schon hingewiesen. Thatsächlich finden wir hier die Geschiebe gerundet, nach der Grösse sortirt und geschichtet. Sandeinlagerungen fehlen meist, sie sind, wenn vorhanden, regelmässig. Die dachziegelförmige Lagerung der Geschiebe lässt sich wahrnehmen, wenn auch vielleicht nicht so deutlich wie in den Kiesgruben der Thalsohle. Es lassen sich aber andere Beobachtungen, wie sie im losen Kiese der Gruben leicht zu machen sind, und die über die Dynamik des Transportmittels schätzenswerthe Aufschlüsse geben, nicht anstellen, namentlich sind es die kreisförmigen Schlagfiguren[1]), die in den Geröllen der Nagelfluh wegen des haftenden Kalksinters und der oberflächlichen Anwitterung selten zu sehen sind.

Fast überall zeichnen sich die über dem höchsten Terrassenniveau gelegenen Schotter durch die starke Verfestigung aus, und so wurde die Bezeichnung „löcherige Nagelfluh“ vorzugsweise auf diese Bildung angewendet. Auf die geringe Bedeutung der Verfestigung, die sich sogar in den jüngsten Kieslagern gelegentlich einstellt, haben wir früher aufmerksam gemacht.

Eine andere Eigenschaft zeichnet aber die löcherige Nagelfluh aus, nämlich die hochgradige Zersetzung der Geschiebe, vor Allem der krystallinischen, die sich in manchen Aufschlüssen fast alle als zerfallen zeigen. Die Oberfläche vieler Kalkgerölle ist rauh und weist auf die lösende Thätigkeit der Sickerwasser hin. Bis zur Bildung von Eindrücken ist es bei uns jedoch nicht gekommen, wie es anderwärts in höchst wahrscheinlich altersgleichen Gebilden der Fall ist[2]). Es ist dies bemerkenswerth, denn die gänzliche Auslaugung vieler Kalkgeschiebe[3]) beweist zur Genüge, dass die chemische Thätigkeit der Gewässer in der löcherigen Nagelfluh eine bedeutende gewesen ist. Nicht selten findet man im Gesteine Hohlräume, die offenbar einst von einem Geschiebe ausgefüllt wurden. Alle Stadien bis zur vollständigen Auslaugung

[1]) *Mühlberg*, Verhältnisse der Aare etc. Vielleicht besser als Schlagringe zu bezeichnen, da der Ausdruck Schlagfiguren bekanntlich auf etwas ganz Anderes sich bezieht.

[2]) *Gümbel*, Grundzüge der Geologie. (Kassel 1888.) S. 975.

[3]) Wovon die „Löcherigkeit“ des Gebildes und seine Benennung.

sind vertreten; besonders sind die sogen. „hohlen Geschiebe“ zu erwähnen, die fast nur noch aus einer, an einer Stelle unterbrochenen Gesteinsrinde bestehen. Dies sind Eigenschaften, die den Terrassenschottern selbst da, wo sie verkittet sind, nicht in dem Masse zukommen. Hohle Geschiebe habe ich in letzteren nicht gefunden.

Näheres über die löcherige Nagelfluh findet man im trefflichen Schriftchen *Gutzwiller*'s [1]), wo unter anderem die Ergebnisse seiner Untersuchungen in der Ostschweiz dargelegt werden. Diese Arbeit ist grundlegend und soll im Folgenden öfters angeführt werden.

So viel im Allgemeinen über die höchsten Schotter unseres Gebietes. Nun kehren wir wieder zu den einzelnen Aufschlüssen zurück.

Einzelne Aufschlüsse.

Hinsichtlich des Materiales herrscht am „Berg“, südlich von Rheinfelden, eine leidliche Uebereinstimmung mit den unteren (Terrassen-) Schottern [2]): es kommen jurassische, alpine und Schwarzwaldgerölle vor.

Die Nagelfluh vom „Berg“ setzt sich nach der Höhe 398 m. nördlich von Magden fort und liegt beiderseits des Thälchens auf einer Erosionsfläche des Muschelkalkes; wahrscheinlich greift sie gegen Olsberg noch über den Keuper. Die Höhe der Auflagerungsfläche beträgt am Nordabhange 350—360 m., d. i. ziemlich die Höhe der Oberfläche des Hochterrassenschotters südlich von Augst; sie nimmt dann nach Süden zu. Die Mächtigkeit der Ablagerung wird wohl 50 m. nicht übersteigen.

Die Natur des Gebildes.

Wie und wann ist dieser Schotter entstanden? Dass er eine Flussbildung ist, geht aus seiner Beschaffenheit hervor; seine Zusammensetzung widerspricht vollkommen einer Auffassung als miocänes Gebilde. Aelter kann er wegen seiner Lagerung nicht sein. Dies alles weist darauf hin, dass wir es mit einem jüngeren Gebilde zu thun haben. Da nun dasselbe dem Hochterrassenschotter gegenüber ungefähr die gleiche Lage einnimmt, wie dieser gegenüber dem Niederterrassenschotter, so hätten wir wiederum mit verschiedenen Möglichkeiten

---

[1]) Die löcherige Nagelfluh . . . (Bericht der Gewerbeschule zu Basel.) Basel 1880.
Auch Lieferung 19 der Beiträge zur geologischen Karte der Schweiz enthält werthvolles Material.

[2]) Wenn auch alpine Urgebirgsgerölle und rothe Sernifite hier seltener zu sein scheinen als in den tiefer liegenden Schottern.

zu rechnen: Entweder wäre die jetzige Hochterrassenstufe auf dem Wege der Erosion aus einer grösseren Ausfüllungsmasse hervorgegangen oder der Hochterrassenschotter müsste selbständig, jünger sein, während die höher liegende Anschwemmung als Relikt einer Ausfüllungsmasse zu deuten wäre. Ein localer Charakter kann der Ablagerung wegen ihrer Zusammensetzung nicht zugetraut werden. Vielleicht sind hier auch Gletscher im Spiele und ist ein Theil des Materiales eine Strecke weit von Eisströmen transportirt worden.

Einzelne Vorkommnisse (Fortsetzung).

Um uns darüber ein Urtheil bilden zu können, müssen wir zuerst die Stellen kennen lernen, an denen die löcherige Nagelfluh entwickelt ist. Und zwar muss ich vorausschicken, dass hier nur solche Stellen zur Behandlung kommen werden, wo die Nagelfluh typisch ausgebildet ist, also eine geschichtete Ablagerung darstellt, wie sie uns bei Rheinfelden entgegentrat. So glaube ich der jedesmaligen Schilderung der überall sehr ähnlichen Aufschlüsse überhoben zu sein; ich werde nur auf allfällige Besonderheiten aufmerksam machen.

Gehen wir nun weiter stromaufwärts, so fallen uns bis in der Höhe von Laufenburg-Hauenstein keine Geröllbildungen auf, die nach der Höhe ihres Vorkommens und nach ihren übrigen Eigenschaften vom Hoch- und Niederterrassenschotter zu trennen wären[1]).

Nördlich des Rheines sind von Laufenburg bis Dangstetten, grössten Theils nach *Schill*[2]), Anschwemmungen über dem Niveau der hohen Terrasse eingetragen worden. *Schill* verbreitet sich wenig über die jüngeren Alluvionen, die er alle unter der charakteristischen Bezeichnung „Alpines Diluvium" zusammenfasst. Besonders erwähnt wird nur die „mächtige und hochgelegene Nagelfluh aus rheinischem Diluvium" oberhalb Kadelburg-Dangstetten. Diese über 20 m. mächtige Ablagerung ist auf der geologischen Karte der Schweiz (Blatt III) nicht eingetragen worden.

Links des Rheines habe ich die ausgedehnten Geröllablagerungen zwischen Leibstadt-Mandach und Böttstein, sofern sie über der Oberfläche der hohen Terrasse liegen, als löcherige Nagelfluh aufgefasst. Hoch-

---

[1]) Wenn auch zugegeben werden muss, dass eine eingehendere Untersuchung des Schwarzwaldrandes wahrscheinlich einzelne Vorkommnisse darthun würde.

[2]) Umgebung von Waldshut. 1866.

terrassenschotter und löcherige Nagelfluh sind hier jedoch nur undeutlich getrennt; vielleicht allerdings nur wegen des Fehlens der Aufschlüsse, denn eine Terrassirung ist nicht zu verkennen. Die Culminationspunkte der Landschaft liegen um 500 m. Höhe herum, die breiten höher, die schmalen tiefer; dann kommt auf 400 m. ungefähr wieder eine Stufe, die an dem Rücken zwischen „Strick“ und Reuenthal, sowie bei Schlatt (N. v. Böttstein) ganz scharf hervortritt[1]). Diese senkt sich dann zur niederen Terrasse, die circa 340 m. hoch liegt, während das Niveau des Rheines bei Koblenz 315 m. beträgt. Die gesammte Culminationshöhe der löcherigen Nagelfluh ist hier nicht genau festzustellen; da sie aber terrassenbildend auf ca. 530 m. nördlich von Mandach und 520 m. südwestlich von Leibstadt auftritt, sowie ebenfalls nördlich von Dogern (Baden) circa 520 m. hoch eine Kiesgrube im alpinen Schotter angelegt war, so können wir etwa 530—520 m. annehmen. An einer Stelle nördlich von Mandach schien auf 540 m. Höhe noch erratisches Geröll vorzukommen; es ist aber wahrscheinlich, dass dieses zum glacialen Schutt zu stellen ist. Die Höhen nordöstlich von Mandach (560 m.) sind ganz frei von Anschwemmungen.

Contactflächen der löcherigen Nagelfluh mit dem Anstehenden konnten hier nicht beobachtet werden. Ueber dem Hochterrassenschotter ist Alles Kies und Nagelfluh, nur im Thälchen bei Hagenfirst tritt wahrscheinlich der Lias zu Tage. Das Uebergreifen der löcherigen Nagelfluh über den Muschelkalk, Keuper und Lias lässt sich constatiren. Dass wir es auf dieser grossen Fläche mit geschichtetem Gerölle, mit einer Flussablagerung zu thun haben, zeigt die Uebereinstimmung des Blattes III der geologischen Karte der Schweiz mit der unseren. Auf Blatt III sind die oberen Kieslager nicht von den Terrassenschottern getrennt und haben dieselbe Bezeichnung qd („geschichtetes Quartär“) erhalten, obschon sonst überall auf demselben Blatte die löcherige Nagelfluh als Gletscherschutt q bezeichnet wird! Es ist dies um so auffallender, als gerade in dieser Gegend die löcherige Nagelfluh gar nicht mehr so schön geschichtet erscheint wie die Terrassenschotter. Allerdings ist die wagrechte Schichtung fast überall noch sehr deutlich, stellenweise trifft man auf Uebergussschichtung,

---

[1]) Es ist dies die hohe Terrasse.

die aber, ganz wie es auch in den Terrassenschottern der Fall ist, niemals auf weitere Strecken verfolgt werden kann. Im Gebiete zwischen Leibstadt und Böttstein nimmt das Geröll an Grösse bedeutend zu; bei der Mandacher Mühle gibt es Gerölle, die wohl $1^1/_2$—2 Kubikfuss messen dürften. Nie sind solche Gerölle eckig, nie dürften sie als erratische Blöcke bezeichnet werden. Auch sind unregelmässige Wechsellagerungen von Sand und Kies, wie sie in der Nähe des Gletschers sich einstellen, nicht zu beobachten, geschweige denn gekritzte Geschiebe.

Zweifellos ist also diese löcherige Nagelfluh, wie bei Rheinfelden, eine Flussbildung; nur sind die Schwankungen in der Grösse des Materiales grösser als dort und auch grösser als in den Terrassenschottern.

Hinsichtlich der Zusammensetzung treffen wir auf allerlei alpine Gesteinsarten, worunter viele dunkle Kalke und Gerölle, die denen der miocänen Nagelfluh äusserst ähnlich sind, z. B. Quarzite, Hornsteine etc. Wichtig ist, dass Sernifite nicht ganz fehlen, wenn sie auch hier viel seltener sind als in den Terrassenschottern.

Das Verbreitungsgebiet der löcherigen Nagelfluh in der Gegend von Mandach weicht auf unserer Karte etwas von demjenigen auf Blatt III der geologischen Karte der Schweiz ab.

Nordwestlich von Mandach hat die geologische Karte noch auf der Höhe 611 m. mächtiges Diluvium, während thatsächlich über 540 m. Höhe Alles Anstehendes ist; höchst vereinzelt tritt ein erratisches Geröll oder ein Fündling auf. Südlich von Leibstadt ist der ganze westliche Thalkopf in Nagelfluh ausgehoben. Diese lässt sich dann bis über „Bossenhäuser" gegen Westen hin verfolgen; der Muschelkalk tritt auf dieser Strecke nicht zu Tage.

Weiter treffen wir oberhalb Zurzach wieder auf löcherige Nagelfluh[1]), die am „Achenberg", circa 7—10 m. mächtig, den Dogger in circa 510 m. Höhe überlagert. Auch auf der Höhe 522 m. südlich von Zurzach scheint ein Fetzen löcheriger Nagelfluh erhalten zu sein; die Auflagerungshöhe mag hier circa 500 m. (?) betragen. Aufschlüsse sind nicht vorhanden. In 510 m. Höhe lagert oberhalb Dägerfelden Nagelfluh, die ich nach einem undeutlichen Aufschluss für löcherig halte, auf einer Erosionsfläche des Malm. Es ist sehr

wahrscheinlich, dass dieses Vorkommniss sich bis zum jenseitigen Abhange erstreckt.

Wie weit gegen Westen die Vorkommnisse des „Achenberg“ und des „Hörnli“ (522) sich fortsetzen, ist vorläufig nicht festzustellen. Am Südabhange des „Achenberg“ konnte ich auf 520 m. Höhe das Anstehende beobachten. Am „Hörnli“ (522) stellt sich auch sehr bald Oxford ein, so dass die in die Karte eingetragenen Verbreitungsbezirke wohl keiner bedeutenden Erweiterung mehr bedürftig sind.

Es ist einigermassen begreiflich, wenn diese kleinen Fetzen auf Blatt III der geologischen Karte weggelassen wurden, befremdend ist es aber, bei Baldingen und auf dem ganzen Bergrücken südwestlich von Mellikon-Siglisdorf überall die verschiedenen Molassestufen angegeben zu finden, wenn thatsächlich fast alle Aufschlüsse löcherige Nagelfluh aufweisen und sogar Wände dieses Gesteins hie und da vorhanden sind.

Der blosse Anblick der Karte macht es schon wahrscheinlich, dass die ganze Hochfläche zwischen Baldingen-Vogelsang-Schneisingen-Siglisdorf-Mellikon einst von einer zusammenhängenden Kiesdecke eingenommen wurde, die die Gewässer nachträglich zerstückelten. Vielleicht sind die Fetzen von Baldingen und Dägerfelden jetzt noch mit dem Uebrigen im Zusammenhange. Vielleicht wäre auch die Carminfarbe in unserer Karte noch weiter westlich oberhalb Vogelsang auszudehnen. Erratisches Geröll findet sich noch oberhalb Endingen auf der Hochfläche häufig, allein die Vorkommnisse von hochgelegenen Anschwemmungen wirken, wie *Kollbrunner* sehr richtig bemerkt, stets als Ausstrahlungspunkte für das erratische Geröll[1]); aus blossen Geröllvorkommnissen dürfen selten Schlüsse gezogen werden.

Auf „Nurren“ ist die Nagelfluh gut aufgeschlossen, Schichtung und dachziegelförmige Lagerung der Geschiebe sind deutlich und die einzelnen Gerölle, wie bei der „Mandacher Mühle“, in der Grösse sehr schwankend, ohne dass jedoch Sandeinlagerungen vorhanden wären. Neben eigrossen Geröllen gibt es auch kubikfussgrosse, gut abgerundete. So überlagert die Nagelfluh in circa 510—520 m. Höhe die Molasse bis oberhalb Siglisdorf, wo dann die

[1]) *Mühlberg*, Zweiter Bericht etc. 1878. S. 31.

Auflagerungsfläche nach Süden ansteigt. Ganz im Süden der Hochfläche liegen die Contactstellen in circa 570—580 m. Höhe, bei Vogelsang ebenfalls gegen 580 m.

Bei Baldingen würden wir die Anschwemmungen kaum vermuthen, wenn die Kiesgrube der „Spornegg“ nicht da wäre. Hier ist der Kies ganz lose, unverkittet und gut geschichtet. Mitten im feinen Kiese kommen dann einzelne, bis circa 3 Kubikfuss grosse, Geschiebe oder Blöcke vor, einzelne liegen frei in der Kiesgrube und sind eckig — es ist aber sehr fraglich, ob man es nicht mit bearbeitetem Material zu thun hat. Die Lage dieses Vorkommnisses spricht für die Zugehörigkeit zur löcherigen Nagelfluh, so wurde es in die Karte eingetragen, obwohl diese Auffassung nicht über jeden Zweifel erhaben ist und es sich ebenso gut um eine rein glaciale Ablagerung handeln könnte.

Auch oberhalb Vogelsang kommen in der Nagelfluh ziemlich grosse (circa 2 Kubikfuss), wohlgerundete Geschiebe vor. Einige Sernifite findet man hier wie an der „Spornegg“; sie sind aber selten, die dunkeln Kalke und Quarzite wiegen vor. Einige grosse Nummulitenkalkgeschiebe sind vorhanden, dagegen konnte ich rothe Kalke[1]), wie sie in sehr grossen Geschieben oder Blöcken an der Spornegg auftreten, nicht finden.

Es ist möglich, dass über diese Vorkommnisse, namentlich im Walde zwischen Schneisingen und Mellikon, Lösslehm vorhanden ist.

Die Hochfläche culminirt mit 609 m. oberhalb Schneisingen, von hier aus nimmt die Höhe gegen Norden und gegen Westen hin ab.

In der Richtung gegen Nordwesten ist die Abnahme der Culminationshöhen der einzelnen Nagelfluhvorkommnisse bemerkenswerth. Wir haben:

oberhalb Schneisingen . .	609	Meter
oberhalb Vogelsang . . .	587	„
Spornegg bei Baldingen . .	571	„
oberhalb Dägerfelden . . .	531	„
oberhalb Zurzach	522	„
Achenberg bei Zurzach . .	520	„

[1]) Woher diese stammen, ist mir nicht klar, vielleicht von den Mythen oder vom Giswylerstock (?).

Die letzteren drei kleinen Vorkommnisse stehen wahrscheinlich gar nicht mehr auf ihrer ursprünglichen Höhe. Dasselbe gilt vom schmalen Rücken, der sich gegen „Nurren“ erstreckt.

Rechts des Rheines, gegenüber „Nurren“, finden wir nordwestlich von Lienheim ein kleines, aus Nagelfluh zusammengesetztes Plateau mit circa 550—560 m. Culminationshöhe auf Malm und Molasse hinübergreifend [1]).

Weiter östlich treffen wir, südlich von Kaiserstuhl, auf ausgedehnte Nagelfluhablagerungen. Die geologische Karte muss hier wiederum berichtigt werden.

Die Nagelfluh bildet die Decke der Anhöhen zwischen Mellstorf und Rümikon, gegen Norden ist sie sogar wegen Mangels an Aufschlüssen nicht vom Hochterrassenschotter zu trennen. Bei „Belchen“ ist sie noch vorhanden und setzt gegen Süden nach der „Egg“ fort. Die Hochfläche der „Egg“ und ihr nördlicher Ausläufer gegen Siglisdorf sind mit löcheriger Nagelfluh bedeckt. Ja, die „Egg“ und das Plateau von Schneisingen stehen so nahe aneinander, und es entsprechen sich ihre Decken in jeder Beziehung — auch in der Abdachung gegen Westen und Norden — so sehr, dass man einen ehemaligen Zusammenhang derselben nicht von der Hand weisen darf.

Es ist auch sehr wahrscheinlich, dass die „Egg“-Anschwemmungen mit denen des „Stadlerberg“, des „Sanzenberg“ und des „Stein“ (ob Raat) zusammenhingen. Wie dem auch sei, werden wir dennoch alle diese Vorkommnisse zusammen behandeln, vorher aber noch auf einen Fehler der Karte (Blatt III der geologischen Karte der Schweiz) aufmerksam machen.

Die merkwürdige, auf Blatt III eingezeichnete Zunge von Diluvium, die vom „Stadlerberg“ fast bis Neerach sich erstreckt, könnte füglich verschwinden, da gerade auf diesem niederen Rücken Anschnitte nicht spärlich vorhanden

---

[1]) Auf dem Blatt III ist Molasse angegeben. Herr *Stutz* hatte indessen in der mir freundlichst mitgetheilten Originalaufnahme hier bereits „älteres Diluvium“ eingetragen.

Auch andere Stellen dieses rechtsrheinischen Theils der geologischen Karte, dessen Aufnahme wir Herrn *Stutz* verdanken, stimmen mit dem Originale durchaus nicht überein. Bei Rheinau z. B. tritt nach der geologischen Karte der Wellenkalk (!) zu Tage, während in der Karte des Herrn Stutz richtig untere Süsswassermolasse angegeben wurde.

sind, die über den Aufbau derselben aus oberer Süsswassermolasse keinen Zweifel zulassen[1]).

Oberhalb Mellsdorf glaube ich das Vorhandensein von Molasse noch in 470—480 m. Höhe als sichergestellt betrachten zu dürfen. Darüber folgt löcherige Nagelfluh, die, wie erwähnt, den Rücken südlich von „Belchen" bildet und von dem gegen 450 m. Höhe terrassenbildend auftretenden Hochterrassenschotter, unzureichender Aufschlüsse wegen, nicht getrennt werden kann.

Am Westabhang des „Sanzenberg" ist eine Contactstelle zwischen Molasse und Nagelfluh in circa 450 m. Höhe entblösst. Oestlich von Weyach steht am Nordabhange des Berges Molasse sicher noch 430 m. hoch an. Bis zu welcher Höhe die Nagelfluh herabsteigt, ist nicht zu ermitteln; in einer Höhe von 460 m. bildet sie bereits eine Wand.

Dass die Auflagerungsfläche hier auch gegen Süden ansteigt, wie es beim Plateau zwischen Mellikon und Siglisdorf-Schneisingen der Fall ist, lehren folgende Daten:

Oestlich von Raat ist der Contact an einer steil gegen Süden steigenden Erosionsfläche der Molasse in 510—520 m. Höhe entblösst.

Am „Stadlerberg" steigt man von Stadel aus durchaus auf Molasse bis 610 m. hoch. Erst hier liegt erratisches Geröll auf der Molasse, und es ist fraglich, ob die Nagelfluh selbst nicht noch höher beginne.

Vor der Ablagerung der löcherigen Nagelfluh scheint vom „Stadlerberg" aus gegen Bachs und Schneisingen ein Höhenrücken sich hingezogen zu haben, denn die Contacthöhen nehmen südlich der „Egg" wieder ab.

Ein allgemeines Gefälle der Oberfläche der Nagelfluh gegen Westen und Norden ist aus der Karte ersichtlich. Bezüglich der Gefällsverhältnisse erscheint die „Egg" als die Fortsetzung der Hochfläche westlich von Schneisingen. Oberflächengefälle.

---

[1]) Allerdings ist das Zeichen q angewendet worden, da aber dasselbe auf alle bisher besprochenen und noch zu besprechenden, deutlich geschichteten Ablagerungen westlich der Aare und südlich des Rheines, sofern diese hoch gelegen sind, angewendet wurde und die besagte Zunge mit einer jener deutlichen Flussbildungen zusammenhängt, so könnte man daraus schliessen, dass eine Fortsetzung dieser Flussablagerung angedeutet werden sollte, was sicher unrichtig ist.

Gekritzte Geschiebe an der Egg.

Wenn die geologische Karte hier immer wieder Farbe und Bezeichnung des „ungeschichteten Quartärs“ anwendet, so erscheint die löcherige Nagelfluh nicht minder gut geschichtet als anderswo. Anklänge an Moräne kenne ich nur am Südabhange der „Egg“, wo thatsächlich an einer Stelle einzelne undeutlich gekritzte Geschiebe gefunden wurden. Echte Grundmoräne war es nicht; Blöcke, sowie Sand und Lehm fehlten. Die Schrammen aber weisen darauf hin, dass der Gletscher, wenn auch nicht hier, so doch nicht mehr sehr weit entfernt war.

Weitere Nagelfluhvorkommnisse.

Am Nordabhange des „Stein“ bei Raat lässt sich die Schichtung der Nagelfluh auch deutlich beobachten; eine lange Sandeinlagerung ist vorhanden, die jetzt zu einer Sandsteinbank verfestigt ist und im höchsten Grade durch ihre discordante Parallelstructur die Merkmale einer Flussablagerung zeigt. Darüber kommen Lagen gröberen Geschiebes, die bald in solche mit kubikfussgrossen gerundeten Geschieben übergehen.

Also immer dieselbe Schwankung in der Grösse des Materiales, die sich aber durchaus nicht mit den Schwankungen innerhalb der Moränen, nicht einmal mit der Erscheinung der Blockfacies im Hoch- oder Niederterrassenschotter vergleichen lässt.

Die Bestandtheile sind in dieser Gegend ungefähr dieselben wie früher. Sernifite sind spärlich, aber doch vertreten.

Dasselbe gilt von der löcherigen Nagelfluh am „Laub-“ und am „Hiltenberg“ (südl. von Eglisau), sowie am „Rheinsberg“, wo die Molasse von einer 20—50 und mehr Meter mächtigen, in Wänden abbrechenden Nagelfluhdecke überlagert wird.

Contactstellen haben wir gegen 530—540 m. Höhe am „Rheinsberg“, gegen 500 m. am „Hiltenberg“, wo am Nordabhange auf 450 m. die Molasse noch nicht erreicht wird.

Wesentlich höher ist die Nagelfluh am „Irchel“ aufgesetzt, wo im Norden 600, im Süden erst 670 m. hoch der Contact erfolgt.

Die allgemeinen Eigenschaften der Bildung kehren am „Irchel“ wieder. Hinsichtlich der Zusammensetzung sind Sernifite vorhanden, wie wir schon aus *Gutzwiller*'s Arbeit erfahren; sie sind aber nicht häufig.

Nördlich des Rheines ist weitausgedehntes Diluvium in dem Blatt III der geologischen Karte eingezeichnet.

Ich kann mich auch dieser Auffassung nicht anschliessen und glaube vielmehr, dass das hier allenthalben auf den Feldern verbreitete erratische Geröll als Gletscherschutt zu bezeichnen ist. Geschichtete Diluvialmassen, die etwa mit der löcherigen Nagelfluh zu parallelisiren wären, kenne ich aus jener Gegend nicht. Die compacten Nagelfluhvorkommnisse nördlich von Dettighofen müssen auf Grund ihrer Beschaffenheit und Zusammensetzung als miocän betrachtet werden.

Ein grosses Nagelfluhgebiet tritt uns um Turgi herum entgegen. „Bruggerberg", „Gebenstorfer Horn", „Teufelskeller" bei Baden sind geradezu klassische Punkte geworden, die ich, eben weil sie bisher am meisten untersucht wurden, weniger berücksichtigt habe.

Die Höhe der Ueberlagerung ist, wie aus den der Karte beigefügten Zahlen hervorgeht, geringer als weiter nördlich. Am tiefsten steigt die Nagelfluh am „Teufelskeller" herab (unter 470 m.).

Im Allgemeinen ist der Schotter gut geschichtet und nagelfluhartig verkittet.

Blockfacies am „Siggenberg".

Erwähnenswerth ist das Auftreten einer wahren Blockfacies in den höheren Theilen der Nagelfluh des „Siggenberg" (N. Kirchdorf), wo z. B. oberhalb Nussbaumen $^1/_2$ Kubikmeter grosse Sandstein- und Sernifitblöcke in der ziemlich losen Anschwemmung eingebettet vorkommen, und am „Bruggerberg", wo die Blöcke in den tieferen Theilen liegen. Gekritzte Geschiebe fand ich nicht. Auch oberhalb „Steinenbühl" ist eine Blockanhäufung; ich halte sie aber, wie *Mühlberg*, zum Theil für künstlich zusammengetragen[1]). Im Uebrigen schliessen sich diese Nagelfluhvorkommnisse den früher beschriebenen eng an: sehr wenige Sernifite, ziemlich viele dunkle Kalke, Quarzite und Gerölle, die höchst wahrscheinlich der miocänen Nagelfluh entnommen wurden, setzen sie zusammen. Westlich von Freyenwyl waren in einem kleinen Aufschlusse fast nur die dunkeln Kalke vorhanden. Möglicherweise sind Sernifite in den höchsten Theilen häufiger als unten, wo sie zu fehlen scheinen.

Entgegen dem Blatt III der geologischen Karte habe ich die löcherige Nagelfluh wenig westlich von „Steinenbühl" aufhören lassen; ich konnte

[1]) Zweiter Bericht. 1878. S. 28.

mich weiter von ihrem Vorhandensein nicht überzeugen, im Gegentheil ist hier der weisse Jura an der Oberfläche oft sichtbar.

Noch südlich der „Lägern“ haben wir einige hohe Schottermassen, die hier zu erwähnen sind. Am bekanntesten ist der „Teufelskeller“, der von *Mühlberg* schon beschrieben wurde[1]) und aus nicht sehr regelmässig geschichteten, faust- bis über kopfgrossen Geröllmassen besteht. In fast gleicher Höhe ist die Nagelfluh am gegenüberliegenden Abhange der „Lägern“ unter der „Baldegg“ vorhanden.

Weiter südlich soll die Nagelfluh am „Heitersberg“ und am „Hasenberg“ vorkommen[2]) und an letzterer Stelle ein moränenartiges Aussehen und die Blockfacies annehmen. Ich habe diese ausserhalb meines bisherigen Gebietes liegenden Stellen nur flüchtig besuchen können. Am „Teufelskeller“ ist die tiefste Contacthöhe mit der liegenden Molasse unbekannt. Am Nordende des Ostabhanges tritt die Molasse noch gegen 460 m. Höhe zu Tage. Weiter südlich scheint sie tiefer zu liegen; Alles ist aber mit Trümmern der Nagelfluh bedeckt. Sicher steht letztere schon in circa 470 m. Höhe an.

Rechts der Limmat haben wir nach *Mühlberg*, entgegen der geologischen Karte (Blatt III), auf dem „Sulzberg“ und auf der Anhöhe nördlich von Würenlos Anschwemmungen, die wahrscheinlich der löcherigen Nagelfluh zuzurechnen sind[3]), nicht aber auf den Hügeln weiter östlich.

Erst am Ostende der „Lägern“ ist wiederum in 600—700 m. Höhe Nagelfluh auf Molasse zu beobachten. Es macht sich aber etwas wie eine Blockfacies geltend; die Geschiebe sind sehr schlecht gerundet, die Schichtung ist unregelmässig; Sandeinlagerungen fehlen neben über kopfgrossen Geschieben nicht. Und doch ist es keine Moräne; Sernifite sind selten.

Wir sind mit der Aufzählung der Stellen, an welchen auf Blatt III der Dufourkarte die löcherige Nagelfluh ansteht, zu Ende und müssen nun die Ergebnisse unserer Untersuchungen bezüglich der Lagerungsverhältnisse derselben kurz zusammenfassen.

---

[1]) Zweiter Bericht. 1878. S. 20.
[2]) Ebenda. S. 19.
[3]) Ebenda. S. 20.

2. Uebersicht der Eigenschaften der löcherigen Nagelfluh.

Lagerungsverhältnisse.

Die löcherige Nagelfluh bildet auf den Rücken der Berge, sofern ihre Höhe 400 m. bei Basel, 700 m. an der „Lägern“ nicht übersteigt, eine Decke. Die *Penck*'sche Bezeichnung „Deckenschotter“ ist also eine sehr passende, die in Zukunft auch hier zur Anwendung kommen soll.

Aufbau.

Der Deckenschotter ist ein durchaus geschichtetes Gebilde, das den Terrassenschottern bei etwas oberflächlicher Betrachtung so vollkommen gleicht, dass er von verschiedenen Autoren *(Schill)* und an verschiedenen Stellen sogar auf der geologischen Karte der Schweiz nicht von ihnen unterschieden wurde. Wir haben jedoch im Deckenschotter etwas weniger Regelmässigkeit in der Vertheilung des Materiales als in den Terrassenschottern wahrgenommen. Die Schwankung in der Grösse der in einem und demselben Aufschlusse sich vorfindenden Geschiebe ist bedeutend; die Geschiebe bleiben aber gerundet. Dachziegelförmige Lagerung ist in sehr vielen Anbrüchen deutlich.

Gegen Süden, namentlich wo die Nagelfluh am „Bruggerberg“, am „Siggenberg“ und südlich der „Lägern“ auf grosser Höhe ansteht, sahen wir, dass sich eine Blockfacies kundgibt. Gekritzte Geschiebe wurden in derselben Zone am Südabhange der „Egg“ gefunden.

Zusammensetzung.

Die Zusammensetzung des Deckenschotters ist nicht dieselbe, wie diejenige der unteren Kieslager. In den Terrassenschottern treten allerlei alpine Urgebirgsgeschiebe sehr zahlreich auf, während sie im Deckenschotter in den Hintergrund gedrängt erscheinen, besonders wurde die Seltenheit der Sernifite mehrfach hervorgehoben. Die Hauptbestandtheile des Deckenschotters sind Quarzite und Hornsteine aus der miocänen Nagelfluh, dunkle Alpenkalke, Diorite, Gneisse, letztere sehr oft verwittert, Nummulitenkalke, endlich Sernifite, die ich in vielen Aufschlüssen zwar nicht fand, die aber doch durch das ganze Gebiet vom „Siggenberg“ bis zum „Irchel“ und zu den Ablagerungen nördlich von Mandach spärlich vorhanden sind. Julier- und Puntaiglasgranite sind mir nie aufgefallen; wenn sie überhaupt vorkommen, so sind sie jedenfalls sehr selten.

Bei Rheinfelden fanden wir dann auch Schwarzwaldgesteine.

Mangel einer localen Facies.

Eine locale Facies scheint mir nirgends deutlich vorhanden zu sein. Wohl könnte ich einzelne Aufschlüsse namhaft machen, wo bestimmte Gesteine häufiger

sind als andere; in unmittelbarer Nähe findet man dann aber andere Verhältnisse herrschend. Die gleiche Beobachtung habe ich in den Kiesgruben der Thalsohle öfter gemacht, und diese Erfahrung war es, die mich veranlasste, von den üblichen Geschiebezählungen Abstand zu nehmen. Hat man einmal Zahlen vor sich, so gewinnen die Beobachtungen einen Anschein von grosser Genauigkeit, während es thatsächlich nicht so ist. Will man wirklich genaue Procentzahlen erhalten, so müssen die Aufschlüsse zahlreich sein und Geschiebezählungen in sehr grosser Anzahl vorgenommen werden. Darauf glaubte ich aus früher auseinandergesetzten Gründen meine Zeit nicht verwenden zu sollen.

Nach dieser Uebersicht können wir zur Altersbestimmung des Deckenschotters übergehen und die damals schon aus der Betrachtung der Nagelfluh von Rheinfelden hervorgegangenen Fragen zu beantworten suchen.

3. Das Alter und die Entstehung.

a. Bisherige Anschauungen.

Hier sei ein kurzer Ueberblick der Auffassungen bezüglich des Alters und der Entstehungsweise der löcherigen Nagelfluh angebracht[1]).

1825 stellte *Studer* die löcherige Nagelfluh zu den diluvialen Ablagerungen[2]).

1840 ist sie für *Mousson*[3]) das oberste Tertiärgebilde, worin *A. Escher v. d. Linth* 1844[4]) und 1847[5]) und *Studer* 1853[6]) ihm beipflichten.

1858—59 wurde die löcherige Nagelfluh von *Schill* in zwei Schriften[7]) als quartär angesprochen.

---

[1]) Siehe *Gutzwiller*, Die löcherige Nagelfluh, welchem Schriftchen der grösste Theil der hier niedergelegten Angaben entnommen ist.

[2]) Beiträge zur Monographie der Molasse. (Cit. nach *Gutzwiller*.)

[3]) Geologische Skizze der Umgegend von Baden.

[4]) In *G. Meyer v. Knonau*'s Gemälde der Schweiz.

[5]) Bemerkungen über die Molassegebilde der Ostschweiz. Mittheilungen der naturforschenden Gesellschaft Zürich.

[6]) Geologie der Schweiz.

[7]) Die Tertiär- und Quartärgebilde des Landes am nördlichen Bodensee und im Höhgau. Stuttgart 1858. S. 59.

Geologische Beschreibung der Umgebung von Ueberlingen in den Beiträgen zur Statistik der inneren Verwaltung des Grossherzogthums Baden. 8. Heft. Carlsruhe 1859. S. 3.

1862 erschien das Neujahrsblatt der zürcherischen naturforschenden Gesellschaft über die Geologie des Kantons Zürich, dessen Verfasser *(Mousson* und *Escher* (?) nach *Gutzwiller)* die löcherige Nagelfluh für wesentlich jünger als die Molasse halten.

1869 sprach sich *Escher* über das quartäre Alter der Uetliberg-Nagelfluh aus[1]).

Begründung der zweiten Escher'schen Ansicht.

Aus der Lagerung der letzteren auf einer Erosionsfläche der Molasse, aus der verhältnissmässig geringen Abrundung der Gerölle, aus den eingelagerten Sandschmitzen, sowie aus dem Vorkommen von erratischen Blöcken auf dem Bergrücken schliesst dann *Escher* auf das glaciale Alter des Conglomerats. Gekritzte Geschiebe seien, wie er bemerkt, noch nicht in der Uetliberg-Nagelfluh gefunden worden, wohl aber in einer ähnlich gelegenen Bildung an der „Wandfluh" im Aargau.

Da ausserdem die Nagelfluh der Au und die von Wädenschwyl derjenigen des „Uetliberg" vollkommen gleicht, hält *Escher* diese Bildungen für gleichalterig.

Die Au-Nagelfluh ist aber nach der Thalbildung entstanden. Aus diesem Grunde glaubt *Escher* die damals angenommene allgemeine Decke von löcheriger Nagelfluh verwerfen und auf eine locale Bildung zwischen Reuss und Linthgletscher recurriren zu müssen. Ist einmal das Uto-Conglomerat eine locale Bildung, so ist kein Grund vorhanden, die locale Entstehungsweise nicht auch auf die anderen Nagelfluhvorkommnisse zu übertragen.

1869 begründete *Mühlberg*[2]) nochmals das glaciale Alter der löcherigen Nagelfluh und erklärte sie als eine zwischen Gletschern erfolgte Flussablagerung auf den Bergrücken.

Ihm und *Escher* schliessen sich *Mösch*[3]) und *Kaufmann*[4]) an.

Noch 1875 hielt *Mayer-Eymar* am tertiären Alter der Uto-Nagelfluh, die er seinem Messinian II einreiht, fest[5]). Derselben Auffassung begegnen wir

---

[1]) Vierteljahrsschrift der zürcherischen naturforschenden Gesellschaft. XIV. S. 107 u. ff.

[2]) Ueber die erratischen Bildungen im Aargau. S. 163.

[3]) Beiträge zur geologischen Karte der Schweiz. Liefg. IV.

[4]) Beiträge zur geologischen Karte der Schweiz. Liefg. XI.

[5]) Vierteljahrsschrift der naturforschenden Gesellschaft in Zürich. XX.

noch in den letzten Schriften des Züricher Professors, wo die Uto-Nagelfluh als Aequivalent der Eppelsheimer Bildungen angeführt wird[1]).

Allein das Auffinden einer Grundmoräne[2]) unter der Uetliberg-Nagelfluh gab seinen Gegnern eine willkommene Waffe in die Hand, und seit den Erörterungen von *Wettstein* ist meines Wissens nichts mehr für das vorglaciale Alter der Uto-Nagelfluh geschrieben worden[3]).

Die glaciale Theorie der Entstehung der diluvialen Nagelfluh auf Bergrücken seitlich der Gletscher scheint sich bei uns einer allgemeinen Annahme zu erfreuen, wenn auch betont werden muss, dass sie sich lediglich einerseits auf das Vorkommen gekritzter Geschiebe an der „Wandfluh“ und am „Uetliberg“, andererseits auf die infolge blosser petrographischer Analogie geschlossene Parallelisirung aller Nagelfluhvorkommnisse stützt.

b. Die Thatsachen und das Alter.

An vielen Stellen ist die löcherige Nagelfluh von Moränenmaterial bedeckt; dies findet beispielsweise am „Bruggerberg“, an der „Egg“, auf dem „Siggenberg“, nach der Gletscherkarte von *A. Favre* am „Irchel“ und an vielen anderen Orten, namentlich auf dem „Berg“ bei Rheinfelden, statt.

Die löcherige Nagelfluh beim vorletzten Vorrücken der Gletscher bereits vorhanden.

Daher sind wir genöthigt, den Deckenschotter als ein beim Vorrücken der Gletscher während der vorletzten Vereisung bereits vorhandenes Gebilde zu betrachten. Wir haben also nur zwischen zwei Möglichkeiten zu wählen: Entweder ist er vor dem Gletscher resp. seitlich desselben abgelagert und später infolge weiteren Anwachsens der Gletscher von den Eismassen bedeckt und mit Moränenschutt überlagert worden, oder er war beim Eintritt der vorletzten Vergletscherung schon vorhanden; sein Alter wäre ein noch höheres, unbestimmtes.

---

[1]) Tableau des terrains de sédiment. Agram 1889. P. 11.

[2]) *Wettstein*, Geologie von Zürich. 1885. S. 27.

Herr Prof. *Heim* versicherte mich, die Moräne und sogar den Uebergang von Nagelfluh in Moräne gesehen zu haben, während Herr Prof. *Mayer-Eymar* die Richtigkeit dieser Beobachtungen in Abrede stellt und behauptet, die löcherige Nagelfluh liege unmittelbar auf Knauermolasse. Uebrigens habe ich mich seither persönlich von der wirklichen und unzweifelhaften Unterlagerung der Utonagelfluh durch Moräne überzeugen können.

[3]) Der Glacialtheorie schloss sich 1880 auch *Gutzwiller* an. (Die löcherige Nagelfluh.)

Nachdem wir den Hochterrassenschotter als Bildung der vorletzten Vergletscherung erkannt haben, welche nach oben durch die äussere Terrassengestaltung einen ebenso in sich abgeschlossenen Charakter zeigt, wie der Niederterrassenschotter, sind wir nicht geneigt, die Hochterrassenstufe durch Erosion aus einer noch über 100 m. mächtigeren Ausfüllung entstehen zu lassen. Dazu müssten wir, um das Auftreten von Moränenmaterial auf Decken- und Hochterrassenschotter erklären zu können, eine enorme Glacialerosion annehmen, gegen welche das terrassenartige Auftreten des Hochterrassenschotters spricht. Verschiedenheit von Hochterrassen- und Deckenschotter.

Aber auch die abweichende Zusammensetzung unterstützt die Annahme einer Zusammengehörigkeit beider Ablagerungen nicht. Der Deckenschotter kann also nicht vor den Gletschern der vorletzten Vereisung abgelagert worden sein, sondern höchstens seitlich derselben, wenn wir nicht auf ein höheres Alter zurückgreifen wollen.

c. Kritik und Widerlegung der bestehenden Anschauungen.

Bevor wir die Thatsachen anführen, die der herrschenden Theorie widersprechen, wollen wir doch noch einen Blick auf ihre innere Begründung werfen.

Man stellt sich vor, die Anschwemmungen vom „Uetliberg“ bis zum „Teufelskeller“ wären auf einem, den Reuss- und Linthgletscher trennenden Bergrücken aus Schmelzwassern, während der vorletzten Vergletscherung, entstanden. Die Bergrückenflüsse.

Woher kommen aber die schwerbelasteten Ströme, die jene Ablagerungen bewirkten? Wie ist es möglich, dass Flüsse auf Bergrücken zwischen zwei Eismassen zu fliessen kommen? Wo hat man ähnliche Erscheinungen beobachtet, die die Aufstellung einer so kühnen Theorie gerechtfertigt erscheinen lassen?

Meines Wissens streift nur *Mühlberg* diese Schwierigkeiten[1]). Er führt die Untersuchungen *Helland*'s in Grönland an, wo an der Oberfläche der Gletscher Flüsse sich hinziehen, die sogar wegen ihrer Breite oft „nicht über-

[1]) Zweiter Bericht. S. 73.

schritten werden können". Ihr Wasser ist freilich schlammfrei aber einfach desshalb, weil in Grönland keine nackten Felswände, wie damals in den Alpen, aus dem Eismeere hervorragen.

Eine weitere, der Beobachtung entnommene Stütze der Bergrückenflüsse scheint nicht vorhanden zu sein, da 1880 *Gutzwiller* noch auf denselben Passus verweist.

Freilich ist der Vorgang „denkbar". In der Natur ist aber Vieles, was a priori denkbar erscheint, nicht vorhanden oder sogar unmöglich, während manches Andere, a priori undenkbar Erscheinende thatsächlich stattfindet. Eine Theorie ist nicht dann wahrscheinlich, wenn sie denkbar ist, sondern wenn sie sich auf die richtige Beobachtung der Natur und die richtige Anwendung der vorhandenen Beobachtungen gründet.

Mir will nun die Berechtigung einer Uebertragung der grönländischen Gletscherflüsse auf den Albisrücken nicht einleuchten; es scheint mir vielmehr, dass die Flüsse nur desshalb an der Gletscheroberfläche sich hinziehen, weil Spalten nicht vorhanden sind und hervorragende Bergrücken fehlen. Schlimmer steht es mit der Geschiebeführung derselben. Sind sie, wie *Helland* berichtet, schlammfrei, so ist es wegen des Mangels an Obermoränen[1]). Wer sagt nun, dass diese auf den Gletschern während der vorletzten Vereisung so mächtig gewesen seien, um den Nagelfluhschutt zu liefern? Niemand; im Gegentheil zeichnen sich die Ablagerungen der vorletzten Vergletscherung durch das Vorwiegen der Grundmoräne aus[2]). Die vermeintlichen kahlen Felswände, die über die Gletscher der vorletzten Vereisung hervorragen sollten, müssen aus diesem Grunde erheblich zusammenschrumpfen, was übrigens schon aus der damaligen tiefen Lage der Schneelinie hervorgeht.

In den Ostalpen wurde mit ziemlicher Sicherheit die Höhe der Schneelinie in der Eiszeit auf 1100—1200 m. festgestellt[3]), und die bedeutende

---

[1]) Sogar auf ganz schmutzigen Gletschern führt das oberflächliche Schmelzwasser in der Regel gar kein Geschiebe, selbst keinen Schlamm, und doch wäre dazu Gelegenheit geboten. Die Gründe dieser seltsamen Erscheinung kennt Jeder, der Gletschergebiete durchwandert hat.

[2]) *Weltstein*, Geol. v. Zürich. 1885. S. 24.

[3]) *Brückner*, Vergl. des Salzachgebietes. 1886. S. 49.

Steigerung des Glacialphänomens gegen Westen lässt erwarten, dass sie bei uns noch tiefer lag. Man sollte sich fragen, woher die nöthigen bedeutenden Obermoränen hergenommen worden wären, wenn wir nicht eben erfahren hätten, dass sie thatsächlich nicht vorhanden waren.

Aber nicht nur für das Uto-Conglomerat, sondern auch für alle anderen Nagelfluhvorkommnisse wurde schliesslich eine ähnliche Entstehungsweise angenommen.

Wie dürfte man jedoch zwischen allen Deckenschotterfetzen in unserem Kartengebiete Gletscherzungen ihren Weg nehmen lassen? Das hiesse doch die Grenzen des wissenschaftlich Annehmbaren überschreiten! Höchstens könnte man die Zungen der Reuss-, Linth- und Aaregletscher in Turgi, diejenige des so zusammengesetzten mittelschweizerischen Gletschers mit dem Rheingletscher in Koblenz-Waldshut sich vereinigen lassen und dazwischen allgemeine Nagelfluhdecken sich denken.

Selbst mit dieser Einschränkung und ganz abgesehen von den hohen Anschwemmungen südlich von Leibstadt und bei Rheinfelden werden die Eiszungen ganz widernatürlich lang und schmal und stehen in keinem Verhältnisse mit ihren seitlichen Alluvionen. Ja, die Annahme derart gestalteter Gletscher ist, wie ich glaube, völlig aus der Luft gegriffen und stützt sich nicht auf Beobachtungen.

Gründe gegen die Gleichalterigkeit von Hochterrassen- und Deckenschotter.

Aber mehr oder weniger theoretische Ueberlegungen reichen nicht aus, um eine noch so unbegründete Theorie zu widerlegen; es müssen Thatsachen angeführt werden.

Zuerst spricht die allgemeine und relativ weitgehende Zersetzung der Geschiebe in der löcherigen Nagelfluh dagegen, dass sie mit den Terrassenschottern gleichalterig ist.

Desgleichen die allgemeine Verfestigung, die freilich in einzelnen Aufschlüssen, wie früher betont, durchaus keine Schlussfolgerungen über das Alter zulässt, die aber weil sie, wie gesagt, im Deckenschotter fast überall wiederkehrt, was tiefer nicht der Fall ist, auch als ein Fingerzeig für das höhere Alter des Deckenschotters zu schätzen sein dürfte.

Unvereinbar mit der Parallelisirung von Hochterrassen- und Deckenschottern ist ihre abweichende Zusammensetzung. Wie kommt es, dass in jenem

alle möglichen, aus den Moränen unserer Thäler bekannten Gesteinsarten vertreten sind, während viele unter ihnen in der löcherigen Nagelfluh nicht oder sehr selten vorkommen (Sernifite, Julier- und Puntaiglasgranite etc.)? Dass dieser so viele Gerölle enthält, die ebenso gut der miocänen Nagelfluh angehören, wie nicht nur ich, sondern auch *Gutzwiller* und *Schalch*[1]) im angrenzenden Gebiete vom Blatt IV, *Kaufmann*[2]) in demjenigen des Blatt VIII beobachtet haben?

Ausserdem kommen Sernifite im Deckenschotter am Teufelskeller, am Siggenberg bei Mandach, südlich von Eglisau und am Irchel vor. Wo ist hier der locale Charakter der reinen Glacialbildungen?

Die neuesten Untersuchungen der erratischen Ablagerungen im Zürichseethal haben gezeigt, dass die Moränen der vorletzten Vergletscherung sich von denen der letzten dadurch unterscheiden, dass die Sernifite auf der rechten Thalseite in ihnen fehlen; sie wurden über die Albiskette in's Reussthal hinübergedrängt[3]). In den inneren Moränen treten die Sernifite massenhaft auf der rechten Thalseite auf. Nun haben wir in der löcherigen Nagelfluh gerade das entgegengesetzte Verhältniss. Wenn irgendwo ein Maximum der Sernifitführung zu constatiren ist, so ist es, wie *Gutzwiller* schon bemerkt[4]), am Nordende des Glattthales. Spärlich sind die Sernifite in der Uto-Nagelfluh[5]), die doch im Hauptzug dieses Gesteines liegt, sofern die erratischen Geschiebe der vorletzten Vergletscherung in's Auge gefasst werden.

Noch schlagender ist das Vorkommen von Geschieben löcheriger Nagelfluh im Hochterrassenschotter und in der äusseren Moränenzone; solche habe ich nämlich im Hochterrassenschotter des Klettgaues und bei Reuenthal, wo ich sie nur als den äusseren Moränen zugehörig betrachten kann, gefunden[6]).

---

[1]) Beiträge zur geologischen Karte der Schweiz. XIX. Lieferung.

[2]) „ „ „ „ „ „ XI. „ (Cit. n. *Gutzwiller*).

[3]) *Wettstein*, Geologie von Zürich. S. 26.

[4]) Die löcherige Nagelfluh. S. 27.

[5]) *Gutzwiller*, ebenda. S. 22.

[6]) Andere Vorkommnisse sind von *Penck* erwähnt worden. (Der alte Rheingletscher, im Jahresbericht der geographischen Gesellschaft zu München 1886. S. 15.) Diese sind indessen unsicher, weil nach unserer Auffassung der Lage der inneren Moränen sie möglicherweise noch alle innerhalb letzterer liegen und daher auch dem Hochterrassenschotter entnommen worden sein können.

Es unterliegt wohl keinem Zweifel, dass, wenn der Hochterrassenschotter besser durch Kiesgruben aufgeschlossen wäre, ähnliche Fälle schon öfter bekannt geworden sein müssten.

Endlich lässt sich der Charakter der löcherigen Nagelfluh nicht mit dem einer seitlich der Gletscher aus Schmelzwassern hervorgehenden Bildung verwechseln; die unregelmässige Schichtung, die bezeichnenden Lehmeinlagerungen und gebogenen Sandschmitzen fehlen. Sie ist die Ablagerung eines lebhaft fliessenden Stromes; ihre Bestandtheile können aber wegen der zum Theil beträchtlichen Grösse und wegen der oft sich kundgebenden unvollkommenen Abrundung [1]) nicht aus sehr bedeutender Entfernung hergerollt worden sein.

Die angeführten Thatsachen sprechen alle gegen die Gleichalterigkeit des Deckenschotters und der Ablagerungen aus der vorletzten Vereisung.

Konnte vor zwanzig Jahren die Theorie der Entstehung derselben während dieser Periode nach dem damaligen Stande des Wissens annehmbar erscheinen, so muss sie heutzutage, als den seither erkannten Thatsachen widersprechend, aufgegeben werden.

---

[1]) Ich habe früher mehrfach die Geschiebe der löcherigen Nagelfluh als gerundete bezeichnet; damit sollte nur angedeutet werden, dass es Flussgeschiebe waren; Flussgeschiebe zeichnen sich aber durchaus nicht durch eine vollkommene Abrundung aus. Es gibt in den gegenwärtigen Flüssen massenhaft Geschiebe, die nach 30—40 km. Transport nur an den Kanten gerundet sind und durchaus keine continuirliche Krümmung der Oberfläche aufweisen. Die Niederterrassenschotter der Seitenthäler weisen oft sogar beim Ausgange der Thäler einen so eckigen Charakter auf, dass man sie manchmal für Bestandtheile einer Breccie halten würde, wenn sonst nicht Alles unzweideutig für eine Flussablagerung sprechen würde. Es ist daher die überall wiederkehrende Aussage der Bücher: das Flussgeröll lasse sich durch seine vollkommene Abrundung unterscheiden, fehlerhaft. Es gibt für die Geschiebe eine Verbreitungsgrenze, unter welcher sie selbst in den Flussläufen nicht vollkommen abgerundet sind. Dass diese Grenze nicht so nahe an der Ursprungsstelle liegt, zeigen u. a. die Untersuchungen von *Bonney**), aus welchen hervorgeht, dass in den Geröllen der Stura nach 32 km. langem Laufe durch die Ebene sich noch solche Gerölle vorfanden, die als „subangular" bezeichnet werden. In der Sesia waren die Gerölle, nach 56 km. langem Laufe in der Ebene, nur „moderately rounded". Aehnliche Beobachtungen habe ich an Reuss und Rhein öfter gemacht; ihre Bedeutung fiel mir jedoch erst bei meinen Glacialuntersuchungen auf; darum bin ich nicht im Stande, hier mit Zahlenangaben aufzutreten. Es wäre aber unrichtig, die Verhältnisse der Abrundung in der Nordschweiz feststellen zu wollen; sehr viele Gerölle stammen aus den Terrassen, woselbst sie schon auf secundärer bis quartärer Lagerstätte sich befinden.

*) In Geolog. Mag. Dec. III, Vol. V, n° 2. P. 54. (1888.)

d. Unsere Ansicht; die drei Vergletscherungen des Gebietes.

Die löcherige Nagelfluh ist älter als die vorletzte Vergletscherung; sie ist keine locale Bildung.

Durch dieses Ergebniss unserer Betrachtungen werden wir von Neuem auf die alte *Mousson-Escher*'sche Annahme geführt, dieselbe als eine allgemeine ältere Decke aufzufassen.

Diese Annahme wird durch den vorgeschrittenen Verwitterungszustand des Materiales, durch den Charakter des Deckenschotters als Flussbildung, durch eine von den Terrassenschottern etwas abweichende, wenig locale Facies aufweisende Zusammensetzung, durch sein Verfestigtsein beim Eintritte der vorletzten Vergletscherung, endlich durch sein topographisches Auftreten unterstützt; sie musste aber vor der Macht des Zeugnisses einiger an der „Wandfluh" und am „Uetliberg" gefundenen gekritzten Geschiebe weichen.

Es fragt sich nun, was mit diesen gekritzten Geschieben anzufangen sei. Ihr Vorhandensein ist Thatsache, nicht nur an den besagten Stellen, sondern auch an der Egg. Die Blockfacies am „Siggenberg" bedingt ebenfalls die Gegenwart von Gletschern. Ja wir gehen sogar weiter und sagen: Es ist unmöglich, dass so grosse alpine Gerölle durch Flüsse allein so weit in's Vorland hinaus transportirt worden sind[1]).

Der Deckenschotter, die Ablagerung einer älteren Vergletscherung.

Das Gebilde ist älter als die vorletzte Vergletscherung; es war bei deren Eintritte bereits verfestigt und doch unter Mitwirkung von Gletschern abgelagert worden. Mit anderen Worten: wir sehen uns genöthigt, zu einer von der Gegenwart aus gerechneten dritten Vergletscherung unsere Zuflucht zu nehmen.

Schon anderwärts ist von mehreren Forschern die Nothwendigkeit der Annahme einer älteren Vereisung als der vorletzten betont worden. Mit den Verhältnissen im ostalpinen Vorlande halte ich die unsrigen für vollkommen

[1]) Dieselben Geschiebe, die in den Büchern, sobald sie in den Fluss hineingerathen, abgerundet sind, können sich dann gar nicht zertrümmern und liefern oft Tausende von Meilen thalabwärts den Stoff zur Conglomeratbildung! Und doch gibt es eine obere Verbreitungsgrenze, über welche kein Geröll mehr als solches hinauskommt!

gleichwerthig. Aber auch im Vorlande der Westalpen dürfte wohl die von *Penck* zuerst nachgewiesene dreifache Vergletscherung den Schlüssel zu manchem Räthsel liefern.

Schuttkegelartiges Auftreten des Deckenschotters.

Ist einmal auf Grund der Altersverschiedenheit von Decken- und Hochterrassenschotter die Annahme einer dreifachen Vergletscherung nothwendig geworden, so weist die auffallende Aehnlichkeit des Deckenschotters mit den Terrassenalluvionen darauf hin, dass wir es in der löcherigen Nagelfluh mit dem Schotter eben dieser Vergletscherung zu thun haben. Es erklärt sich ungezwungen die Abdachung seiner Oberfläche gegen N. und W., wie wir sie auf Blatt III der Dufourkarte wahrnehmen, als das Gefälle eines grossen Schuttkegels des damaligen Linthgletschers.

Das zerstückelte Auftreten des Deckenschotters macht es indessen unmöglich, genaue Gefällswerthe zu bestimmen. Viele kleine Ueberbleibsel haben ihre ursprüngliche Höhe nicht beibehalten; sie sind während der Erosionszeit, die der Ablagerung folgte, abgetragen worden. Immerhin ist es auffallend, wenn wir die auf der Karte angegebenen Culminationshöhen der mit Nagelfluh bedeckten Berge betrachten, alle Zahlen nach Aussen hin abnehmen zu sehen.

Penck[1]) und *Brückner*[2]), die für das schweizerische Alpenvorland, bloss wegen der Analogie mit Bayern, zuerst wieder zur Annahme einer allgemeinen schuttkegelartigen Decke von löcheriger Nagelfluh und zur Auffassung derselben als Schotter einer älteren Vergletscherung gekommen waren, erkannten unsere Verhältnisse der Fluvioglacialformation im grossen Ganzen richtig. Ihren Fehler bezüglich der inneren Moräne des Rheingletschers habe ich früher berichtigt, und ich werde bei *Brückner* noch auf einige, unser Gebiet betreffende Ansichten aufmerksam machen, die mir als unhaltbar erscheinen.

Brückner stellt die Nagelfluh, die den „Kohlfirst“ (S. Schaffhausen) überzieht, zum Hochterrassenschotter. Dieser ist aber im Klettgau bei Neunkirch circa 500, am „Buchberg“ 480 m. hoch. Nehmen wir für den Kohlfirst nur die Höhe von 560 m. an, so folgt daraus gegen Buchberg und Neunkirch ein Gefälle von über 5 $^0/_{00}$, was den übrigen Gefällsver-

[1]) Zur Vergletscherung d. D. Alpen. (S.-A. aus Leopoldina. 1885. Heft XXI. S. 13.) Der alte Rheingletscher etc. (Jahrb. d. geogr. Ges. in München). 1886. Heft II.

[2]) Die Vergl. des Salzachgebietes. 1886. S. 136 u. ff.

hältnissen des Hochterrassenschotters vollkommen widerspricht. Obwohl der „Kohlfirst“ ausserhalb meines Untersuchungsgebietes liegt, glaube ich doch, den Oberflächenverhältnissen nach zu schliessen, dieses Vorkommen als dem westlichen Theile des rheinischen Deckenschotterkegels zugehörig betrachten zu dürfen.

Gefälle des Deckenschotters.

Die der Karte beigegebenen Quoten geben ein ungefähres Bild der Gefällsverhältnisse des Deckenschotters, die wir hier in Zahlen auszudrücken suchen werden. Diese Zahlen können, wie früher hervorgehoben, keine Ansprüche auf Genauigkeit machen. Ausserdem geht ein Gletscherschuttkegel nicht wie der Schuttkegel eines Flusses von einem Punkte aus, sondern er entspringt dem Saume der Eiszunge; die hier berechneten Gefälle sind daher noch um so weniger massgebend, als die Endpunkte der in Betracht gezogenen Linien wahrscheinlich öfters nicht zusammengehören konnten. Die folgenden Zahlen sind also nur als eine sehr rohe Annäherung an die Wirklichkeit zu betrachten.

Rheinfelden-(Leibstadt Dogern) .	430—520	= 4,7	‰
(Leibstadt-Dogern)-Irchel . .	520—690	= 5,1	‰
„ Siggenberg .	520—600	= 6	‰
„ Egg . . .	520—670	= 7	‰
„ Uetliberg .	520—880	= 10	‰
Irchel-Uetliberg	690—880	= 9	‰
Egg-Uetliberg	670—880	= 12	‰

Vergleich mit dem grossen Alpenschuttkegel.

Diese Gefällsverhältnisse erinnern insofern an diejenigen des Niederterrassenschotters, als sie eine Zunahme der Schuttkegelböschungen bergwärts erkennen lassen. Sonst übertrifft das Gefälle des Deckenschotters die der beiden Terrassenschotter bedeutend. Wir finden hier eine Annäherung an die Gefälle der grossen Alpenschuttkegel, die aber bei Weitem noch nicht erreicht werden. Folgende Schuttkegel seien zum Vergleiche angeführt:

Landquart und Plessur circa 12 ‰ (durch ihre Flachheit ausgezeichnet); Schuttkegel am Ausgange des Illgrabens bei Leuk über 40 ‰.

Damit stimmt aber der Aufbau der löcherigen Nagelfluh ganz vorzüglich überein. Wir lernten die Schwankungen in der Grösse ihrer Bestandtheile kennen, die ihr einen schuttkegelähnlichen Charakter verleihen. Die grossen Alpenschuttkegel sind aber auch nicht so regelmässig aufgebaut wie der Deckenschotter.

Gehört die Uto-Nagelfluh dem Deckenschotter an?

Brückner glaubt, dass wegen des starken, infolge des Hinzurechnens der Uetliberg-Nagelfluh zum Deckenschotter sich ergebenden Gefälles, sowie wegen der Unterlagerung dieses Vorkommnisses durch Grundmoräne, das Uto-Conglomerat nicht als Theil des Deckenschotters angesehen werden könne[1]).

Was das starke Gefälle anbelangt, so bietet der Werth von 15 $^0/_{00}$ gegen den Bruggerberg (der höchst wahrscheinlich seine ursprüngliche Höhe nicht beibehalten hat), wie ich glaube, noch keine so grosse Schwierigkeit. Das Gefälle eines Schuttkegels hängt ja nicht nur von der Wassermenge des Flusses, sondern von dem Verhältnisse zwischen Geschiebeführung und Wassermenge, von der Belastung ab. Es darf aber die hier in Betracht kommende Wassermenge nicht zu hoch angeschlagen werden. Wenn wir im Umkreis der inneren Moränen den Niederterrassenschotter gegen dieselben mit 4 $^0/_{00}$ bis 8 $^0/_{00}$ und darüber ansteigen sehen, so ist es klar, dass auf der viel weiteren, nicht in das Thal eingesenkten Fläche des Deckenschotters die Zertheilung der Schmelzwasser entsprechend weiter ging und dadurch steilere Böschungen erzeugen konnte. Neigungen, die 15 $^0/_{00}$ bedeutend übersteigen, haben wir dann auch in den gegenwärtigen Gletscherböden. Wenn aber auch die heutigen Gletscherböden mit der alten Deckenschotterfläche sich genetisch identisch zeigen, so ist es doch fraglich, ob die Grössenverhältnisse derselben mit den gewaltigen Gletscherböden jener älteren Vergletscherung wirklich vergleichbar sind; die Vergleichung des inneren Aufbaues beider Gebilde könnte hier entscheiden, wenn der Aufbau der gegenwärtigen Gletscherböden besser bekannt wäre.

Die unter dem Utogipfel vorkommende Moräne sagt uns aber nichts Anderes, als dass wir uns hier innerhalb des Moränengebietes der Vergletsche-

---

[1]) Vergl. des Salzachgebietes. 1886. S. 140.

rung befinden, vielleicht in den höchsten Theilen des Uebergangskegels, wo Wechsellagerungen von Moräne und Schotter vorkommen[1]).

Dies legt die Frage nach der Abgrenzung der Moränenzone unserer dritten, ältesten Vergletscherung, die wir hier zur Unterscheidung der vorletzten und letzten die *„alte"* nennen möchten, nahe.

Grenzen der alten Vergletscherung.

In unmittelbarem Connex mit dem Schotter stehen die Moränen nicht mehr, wenn auch noch an der Egg gekritzte Geschiebe und oben am Siggenberg Blockfacies im Deckenschotter die Nähe des Gletschers verkündeten. Zusammenhängende Moränen sind nicht mehr vorhanden; sie sind möglicherweise seither abgetragen und ihr Material mit demjenigen der späteren Vereisungen vermischt worden.

Das Fehlen der alten Moränen hat nichts Sonderbares, wenn man bedenkt, dass eigentliche zusammenhängende Moränenwälle der vorletzten Vergletscherung bei uns und anderwärts unbekannt sind. Selbst ein Theil der das Rafzerfeld im Osten abschliessenden Moränen der letzten Vergletscherung scheint verschwunden zu sein.

Aber die Schotter selbst deuten die von der alten Vergletscherung erreichten Grenzen an.

An der inneren Moränenzone sahen wir im Niederterrassenschotter Blockfacies und gekritzte Geschiebe sich einstellen. Die Kiesmassen sahen wir an den Wällen absetzen oder wenigstens jenseits derselben mit bedeutend reducirter Mächtigkeit eine Strecke weit terrassenbildend den Fluss begleiten und thalaufwärts bald mit der Thalsohle zusammentreffen.

Wir dürfen nun annehmen, dass der Deckenschotter sich gleich verhalten habe, und es ist daher wahrscheinlich, dass da, wo er bergwärts aufhört, auf dem grossen Bogen Irchel-Glattfelden-Stadel-Schöfflisdorf-

---

[1]) Nach gefälliger Mittheilung des Hrn. Prof. *Heim* war thatsächlich ein Uebergang zwischen Schotter und Moräne zu beobachten. Die in Frage kommenden Aufschlüsse sind, wie erwähnt, nicht mehr vorhanden.

So liesse sich auch die geringe Abrundung mancher Geschiebe dieses Conglomerates leicht erklären.

Wettingen, in deren Nähe die Blockfacies des Siggenberges und die gekritzten Geschiebe der Egg auftreten, die Grenzen jener alten Vergletscherung zu suchen sind. Es ist auch möglich, dass von Wettingen aus die Linie des Gletscherstillstandes gegen den Uetliberg ihren weiteren Verlauf nimmt. So wäre die Lappenform der Eiszunge des Linthgletschers durch die Grenzen der Nagelfluhvorkommnisse angedeutet. Die weite Ausbuchtung der Linie im Norden des Glattthales wird offenbar dadurch bedingt, dass das Glattthal die Fortsetzung des Linththales bildet.

Ganz das gleiche Verhältniss, nämlich die Ausbuchtung der südlichen Grenzlinien der Nagelfluhvorkommnisse nach Norden vor dem Ausgange der Hauptquerthäler, zeigt die von *Penck* entworfene Karte der Vergletscherung der deutschen Alpen[1]).

Es wird uns nun klar, wesshalb gegen die innere Grenze der Vorkommnisse das Gefälle zunimmt. Wir haben es offenbar mit dem Anfange des Uebergangskegels zu thun.

Während der alten Vergletscherung wäre somit die Ausdehnung der Eismassen ungefähr dieselbe gewesen, wie während der letzten. Ebenso verhält es sich in dem östlichen Alpenvorlande.

e. Das absolute Alter des Deckenschotters.

Der Vollständigkeit halber sollte hier auch die Altersbestimmung des Deckenschotters versucht werden. Allein das paläontologische Material fehlt, wie im Hochterrassenschotter, bei uns fast ganz. Nur *Schill*[2]) fand Helix hispida in einer Sandbank der löcherigen Nagelfluh am „Bodmann“ (Bodenseegegend), was indessen nur beweist, dass diese Ablagerung nicht älter als pliocän ist. Der Deckenschotter, der entsprechend seinem höheren Alter noch weit mehr zerstückelt vorkommt als der Hochterrassenschotter, ist daher thalabwärts nicht mehr in deutlichen Terrassen zu verfolgen, sein stärkeres Gefälle lässt vermuthen, dass er bald zur Thalsohle sich senkt und von den

---

[1]) In Vergl. d. deutschen Alpen (am Schlusse).

[2]) Geologische Beschreibung der Umgebung von Ueberlingen. (8. Heft der Beiträge zur Statistik der inneren Verwaltung des Grossherzogthums Baden.) 1859. S. 2.

jüngeren Bildungen verdeckt wird oder sogar ausgeht. Jedenfalls haben wir keine Aussicht, in seiner unmittelbaren Fortsetzung im Rheinthale organische Funde jemals constatiren zu können. In der Nagelfluh Oberbayerns sind meines Wissens solche auch nicht gemacht worden. Wir sind daher auf homologe fossilreichere Bildungen des Alpenvorlandes angewiesen, wobei jedoch betont werden muss, dass die Homologie nur noch aus Gründen der Lagerung mit mehr oder weniger Wahrscheinlichkeit zu erschliessen sein wird.

Homologe Bildungen.

Vor Allem kommen hier die Bildungen des Rhonethales in Betracht.

Seit langer Zeit werden die plateaubildenden Alluvions anciennes der Bresse von den französischen Geologen zum Theil dem Oberpliocän zugezählt [1]).

Aus neueren Arbeiten von *Fontannes* [2]) geht hervor, dass in der Umgegend von Lyon zwei grosse Abtheilungen in den alten Anschwemmungen zu unterscheiden sind, nämlich:

1) die ältere „Alluvion des plateaux“,

2) die jüngeren „Alluvions des terrasses et des vallées“.

Die ältere Anschwemmung der Hochflächen enthält:

Elephas meridionalis und

Mastodon arvernensis;

sie ist somit nach französisch-italienischem Begriffe oberpliocänen Alters (Astien, de Rouv.).

Einer Arbeit von *Delafond* [3]) entnehmen wir, dass im Rhonethal drei terrassenbildende Ausfüllungsstufen vorhanden sind. Die älteste bildet die höchsten Terrassen, ist in den blauen Mergeln des Oberpliocäns eingesenkt und wird aus Sanden, welche oben in Gerölllager übergehen und Mastodon arvernensis enthalten, aufgebaut. Die oberen Gerölllager scheinen mit den Alluvions des plateaux (Fontannes) übereinzustimmen.

---

[1]) *Falsan & Chantre.* Monogr. géol. des anc. glaciers et du terrain errat. d. l. partie moyenne du bassin du Rhône. 1880. S. 58.

De Lapparent. Traité de géologie. 2e éd. 1885. Pag. 1218—1253.

[2]) In Bull. soc. géol. de France XIII. 1884. Pag. 59 et suiv.

[3]) „ „ „ „ „ „ XV. 1886. Pag. 65 et suiv.

Lässt sich nun unsere Nagelfluh mit jenen oberpliocänen Anschwemmungen parallelisiren? Ich kann diese Frage hier nicht entscheiden. Sicher ist es, dass die Lagerung der betreffenden Gebilde im Rhonethal sehr dafür spricht, und dies ist nicht zu unterschätzen, wenn man bedenkt, dass die tieferliegenden jüngeren Ausfüllungen sich sehr ähnlich verhalten wie die unseren. Dass in den höchsten Rhonethalalluvionen keine Wechsellagerung mit Moränenmaterial vorkommt, beweist noch nichts gegen ihren glacialen Ursprung. Wahrscheinlich sind die Gletscher nur während der vorletzten (Haupt-) Vergletscherung bis gegen Lyon und Bourg hinausgedrungen.

Da ausserdem unser Deckenschotter von der Ablagerung der Hochterrassenstufe durch eine, wie wir sehen werden, höchst wahrscheinlich sehr lange Interglacialzeit getrennt ist, so erscheint es gar nicht ungerechtfertigt, unsere Nagelfluh mit der ähnlichen „Alluvion des plateaux“ im westalpinen Vorlande zu parallelisiren.

Aber auch in anderen Gebieten, in Oberitalien und in England, treffen wir auf marine oberpliocäne Faunen, die entschieden für eine plötzliche Erkaltung der betreffenden Meeresräume sprechen — eine Erscheinung, die *Forbes*[2]) schon durch ein glaciales Klima erklären wollte.

Astianische Vergletscherung?

Die alte Vergletscherung fiele somit wahrscheinlich in das Oberpliocän. Gegen das von *Mayer-Eymar* angenommene[1]) Messinianische Alter der löcherigen Nagelfluh spricht ihre Lagerung auf einer Erosionsfläche der oberen Süsswassermolasse (Messinian I. M.-E.), wie sie nicht nur am Uetliberg, sondern überall deutlich hervortritt, und ferner ihre abweichende Zusammensetzung.

Uebersicht.

Im letzten Abschnitte haben wir die geologischen Verhältnisse unseres Gebietes jenseits der vorletzten Vereisung und der Ablagerung des Hochterrassenschotters verfolgt und gefunden, dass bei der Bildung der hohen Terrassen bereits löcherige Nagelfluh im verfestigten Zustande vorhanden war. In dieser præexistirenden Anschwemmung haben wir den Deckenschotter unserer

---

[1]) Tableau des terrains de sédiment. Agram, 1889. Pag. 10.

[2]) *Bell*, Notes on plioc. beds. Geol. mag. 1887. Pag. 554 u. ff.

Berge erkannt. Auf Grund der von diesem geführten gekritzten Geschiebe erklärten wir ihn als mit einer dritten älteren Vergletscherung im Zusammenhange. Die von der „alten Vergletscherung“ erreichte Grenze fanden wir mit der Grenze der Gletscher während ihres letzten Standes ziemlich übereinstimmend.

Der Hochterrassenschotter wurde in Thälern abgelagert, die in den Deckenschotter tief eingeschnitten sind. Eine Periode der Erosion schaltet sich zwischen beide Bildungen ein; sie muss einer Interglacialzeit entsprochen haben.

Wir haben uns jetzt zu fragen: Wie sah das Land zur Zeit der Ablagerung des Deckenschotters aus? Welche Veränderungen in der Oberflächengestaltung sind seither eingetreten?

VI.

Postmiocäne Erosion und Dislocation.

A. Erosion.

1. Thalbildung vor der alten Vergletscherung.

Die in die Karte eingezeichneten Auflagerungshöhen des Deckenschotters beantworten zum Theil schon die Frage nach dem Aussehen der Landesoberfläche vor der alten Vergletscherung unseres Gebietes.

Das Rheinthal von Basel bis zum Irchel älter als der Deckenschotter.

Aus ihnen lässt sich unter Anderem erkennen, dass das Rheinthal in der Gegend oberhalb Basel bereits gebildet war und der Schotter, im vorhandenen Thale eingesenkt, abgelagert wurde[1]). Ob es indessen ebenso tief war wie heutzutage, lässt sich an Hand der Contacthöhen nicht mehr bestimmen. Diese liegen zwar circa 100 m. über der gegenwärtigen Thalsohle, aber auch 1500 bis 2000 m. von der tiefsten Linie derselben, vom Thalwege und noch weiter von der Mitte des Thales entfernt. Möglich ist es also, dass damals nördlich des Rheinfelder Vorkommnisses ein ebenso tiefes Thal wie das jetzige vorhanden war. Möglich ist es aber auch, dass die Sohle desselben beträchtlich höher lag als heutzutage und das Thal nicht so breit war, denn am gegenüberliegenden Abhange des Schwarzwaldes scheint der Schotter nicht vorzukommen.

Die mächtige Nagelfluh im westlichen Winkel zwischen Aare und Rhein gibt auch keine besseren Aufschlüsse. Ueberall tritt Schotter in den Anschnitten zu Tage, und da, wo bei Leibstadt der Contact zwischen Muschelkalk und Nagelfluh wahrzunehmen ist, ist es mir nicht klar geworden, ob man

[1]) Ob wohl auch nördlich von Basel das Rheinthal schon ausgebildet war?

es mit Hochterrassen- oder Deckenschotter zu thun hat. Ersteres ist wahrscheinlicher. (Ich habe Jura in der Schlucht bei Hagenfirst eingetragen, ohne jedoch denselben sehr deutlich gesehen zu haben. *Mösch* hat ausserdem Keuper angegeben, und ich glaube, dem Aussehen des Bodens nach zu schliessen, die Gegenwart von Lias als sehr wahrscheinlich halten zu dürfen.)

Anders ist es in der Gegend westlich von Koblenz, wo wir es mit einem wirklichen Deckenschotter zu thun haben, aus welchem einst nur noch die Lägern herausragte.

Das Thal, welches vom Irchel aus dem Rhein als Bett dient, war damals vorhanden, wie aus den gegen dasselbe abnehmenden Contacthöhen hervorgeht. Eine steile Auflagerung finden wir nördlich von Raat. Das heutzutage ein Kilometer weiter nördlich liegende Gehänge befand sich vor der Nagelfluhbildung offenbar hier; darauf deutet die circa 1 : 6 geneigte Auflagerungsfläche hin. Auch südwestlich von Kaiserstuhl wird das alte Thal weiter nach Süden gegriffen haben als das heutige.

Gehörte diese Thalstrecke Irchel-Koblenz bereits dem Rhein an? Es ist dies eine Frage, die nach eingehenderen Untersuchungen wahrscheinlich zu beantworten sein wird; sie ist aber einstweilen noch nicht so weit gediehen. Die grossen Höhen der Auflagerung am „Irchel" scheinen freilich dagegen zu sprechen und diese Strecke eher der Linth-Glatt und Töss zuzuweisen. Mit der Annahme einer Trennung von Linth und Rhein z. Z. der Ablagerung des Deckenschotters stimmt das Auftreten des letzteren in zwei ziemlich deutlich von einander getrennten, beiden grossen Querthälern vorgelagerten Schuttkegeln.

Thal der Surb.

Ebenso waren Thäler nördlich und südlich der Lägern bereits ausgewaschen, das Thal der Surb aber möglicherweise nicht vorhanden, denn der Molasserücken Stadlerberg-Schneisingen, auf welchen schon früher verwiesen wurde, läuft der heutigen Thallinie durchaus nicht parallel.

Nur für das grosse Rheinthal zeigt sich uns ein bis zum Irchel reichender Parallelismus der alten Thallinie mit der postglacialen. Dies ist leicht begreiflich, denn die Abflussrinne längs des Schwarzwaldes ist ja tektonisch bedingt; weiter, von Koblenz aufwärts, mussten die Gewässer eines Theiles der Ostschweiz dieser Rinne irgendwo zuströmen. Das Quer-

thal westlich von Kaiserstuhl scheint dieselbe Lage gehabt zu haben wie gegenwärtig.

Für die Präexistenz des Aarequerthales haben wir dagegen keine sicheren Belege.

Die rasch gegen Norden resp. Süden fallenden Auflagerungsflächen des Gebenstorferhorns und Teufelskellers lassen uns das Vorhandensein von Längsthälern vermuthen.

Hinsichtlich der Tiefen aller dieser Thäler ergibt die Untersuchung auch sehr wenig. Ehemalige Thaltiefe.

Die tiefsten Contactstellen liegen:

am Teufelskeller 120 (?) m. über der Limmat,
am Gebenstorferhorn über 120 m. über der Limmat,
am Bruggerberg ungefähr ebensoviel,
bei Weyach circa 100 m. über dem Rhein,
am Rheinsberg 90—100 m. über dem Rhein,
südlich von Eglisau ebensoviel über dem Rhein,
südlich von Rheinfelden ebensoviel über dem Rhein.

Stimmen diese Zahlen nur zufällig so gut mit einander überein oder sind sie in einem causalen Zusammenhange? Haben wir es mit Höhen zu thun, die denjenigen der damaligen Thalsohle ziemlich entsprechen?

Ich bin eher geneigt, letzteres anzunehmen. Denn wählen wir beispielsweise den Berg im Norden von Raat und nehmen für die Neigung der besprochenen steilen Contactfläche nur 1 : 8 an, so müsste am Nordabhange des Berges der Contact 125 m. tiefer liegen, d. i. in der Höhe von 395 m. erfolgen, während bei 430 m. und wahrscheinlich noch höher Molasse ansteht. Dasselbe gilt für viele andere Stellen südlich von Eglisau und bei Kaiserstuhl, wahrscheinlich auch für die Vorkommnisse bei Rheinfelden.

Aus der Lagerung der löcherigen Nagelfluh lässt sich also bloss vermuthen, dass z. Z. ihrer Ablagerung die Thalsohle höher lag als heutzutage, im Rheinthale möglicherweise um 80—100 m. höher.

Ganz im Einklange damit steht die Zusammensetzung der Bildung, in welcher, wie wir mehrfach hervorgehoben haben, Quarzite und andere Gerölle Geringe Ausbildung der Alpenthäler.

der miocänen Nagelfluh nebst dunkeln Kalken sehr häufig, Sernifite aber sehr spärlich vorkommen. Da nun *Gutzwiller*[1]) und *Schalch*[2]) für Blatt IV, *Kaufmann*[3]) für Blatt VIII der geologischen Karte der Schweiz dieselbe Erscheinung der Armuth der löcherigen Nagelfluh an Sernifiten bekannt gemacht haben, so darf sie wirklich als eine ganz allgemeine hervorgehoben werden. Es ist dies um so auffallender, als in den Ablagerungen der letzten Vergletscherung, in den inneren Moränen und im Niederterrassenschotter, die Sernifitgeschiebe sehr zahlreich sind, und dass diese Gesteinsart überhaupt als eine der zähesten und langlebigsten unseres Diluviums gelten kann.

Dieses Verhalten des Deckenschotters entspricht seiner stratigraphischen Lage zwischen der miocänen Nagelfluh, in welcher die Sernifite ganz fehlen, und dem Hochterrassenschotter, in welchem sie häufig werden. Dafür gibt es nur eine Erklärung: die Ausbildung der Alpenthäler war damals weit weniger vorgeschritten als heutzutage[4]).

Die grossen Querthäler waren damals schon vorhanden[5]), wie die Lage der beiden Deckenschotterkegel vor dem Linth-Glatt- und dem Rheinthal deutlich zu erkennen gibt. Wir müssen also annehmen, dass ihre Sohlen höher lagen, die oberen Thalenden noch wenig vertieft waren und die Detailmodellirung des Alpengebirges weit hinter der gegenwärtigen zurückblieb[6]).

War das Rheinthal aber um 80—100 m. weniger tief als heutzutage, so konnten die See'n damals kaum schon vorhanden sein . . . Und doch ist das präglaciale Alter mancher derselben eine Thatsache.

---

[1]) Die löcherige Nagelfluh. 1880. S. 27.

[2]) Beiträge zur geol. Karte der Schweiz. Lfg. XIX. 1883. S. 18.

[3]) Ebenda. Lfg. XI. (Cit. n. *Gutzwiller*.)

[4]) Als Analogon des Mangels an Sernifiten in der löcherigen Nagelfluh möchte ich den Mangel an Gasterengranit im alten Kandergrien, der unzweifelhaft jünger ist als der Deckenschotter, hervorheben. (*Bachmann*, Die Kander. Bern. 1870. S. 52.)

[5]) Wie die Vorkommnisse der miocänen Nagelfluh es beweisen, waren sie im Miocän bereits angelegt.

[6]) Im Innthale liegen die Bildungen der alten Vergletscherung noch tief unten in den Thälern, die also damals fast ebenso tief waren wie jetzt. Darin spiegelt sich nur das höhere Alter der Ostalpen ab. Andererseits beweist diese Thatsache nochmals, dass die Vergletscherung der Alpen nicht, wie früher angenommen wurde, lediglich eine Folge der Gebirgsbildung war.

Wir sind daher genöthigt, auch mit dieser Frage uns zu beschäftigen und das bisher streng eingehaltene Gebiet ausserhalb der inneren Moränen eine Zeit lang zu verlassen.

2. Die präglacialen See'n.

Unsere Betrachtungen über das Alter der See'n beginnen wir am Vierwaldstättersee, dessen vorglaciales Alter, so viel mir bekannt ist, noch nicht nachgewiesen wurde.

Herr Professor *Heim* machte mich zuerst auf ein eigenthümliches, am rechten Ufer der Muotta bei Ibach aufgeschlossenes Gebilde aufmerksam. Es ist dies ein altes Muottadelta, dessen schräge, etwa 30 m. über die Thalsohle reichenden Geröllschichten stellenweise zu einer festen Nagelfluh verkittet sind. Dieser Anschnitt ist der einzige deutliche Aufschluss einer nördlich und südlich dieses Punktes ziemlich weitreichenden Bildung, wie die Oberflächengestaltung deutlich zu erkennen gibt. Das alte Muottadelta.

Vor dem Ausgange des Muottathales liegt nämlich eine ausgedehnte Terrasse, deren scharf abgeschnittener Rand gegen Schwyz und Schönenbuch hin sich verfolgen lässt. Bei Schwyz scheint die Terrasse von recenten Schuttkegeln überlagert zu sein. So weit erstreckte sich das alte Muottadelta.

Nach den Oberflächenverhältnissen zu urtheilen, ist es möglich, dass dem Delta ein Schuttkegel aufgesetzt war[1]).

---

[1]) Es finden noch häufig in der Litteratur Verwechslungen beider Begriffe statt. Delta und Schuttkegel sind sehr verschiedene Gebilde, die grundsätzlich auseinander zu halten sind. Jede durch einen Fluss vermittelte Schuttablagerung im stehenden Wasser oder in einem, ihm gegenüber die Rolle des stehenden Gewässers spielenden grösseren Strom, ist ein Delta. Hat dagegen die Ablagerung auf dem Festlande stattgefunden, so heisst sie ein Schuttkegel. Die Flächen am oberen Ende der See'n sind Deltas. Die in die Thäler sich hinausbauenden Schuttablagerungen der Seitenflüsse sind Schuttkegel. Gelangt ein Fluss unmittelbar am Ausgange des Gebirges in ein relativ stehendes Gewässer, so wird in der Regel dem Delta ein Schuttkegel aufgesetzt. Schuttkegel sind an der Oberfläche meist stärker geneigt als die Deltas, während in ihrem inneren Aufbau die Deltas steiler geneigte Schichten aufweisen, als es bei den Schuttkegeln der Fall ist.

In die mächtige Ablagerung hat sich die Muotta nachträglich eingeschnitten. Die Gründe des Einschneidens ergeben sich aus der Betrachtung des inneren Aufbaues des Gebildes.

Die über 20° nach Aussen geneigten Nagelfluhschichten weisen auf eine Ablagerung im stehenden Wasser hin. Hier war also damals ein See vorhanden, dessen Oberfläche bis zur oberen Grenze der Uebergussschichtung reichte. Nach dem Verschwinden dieses See's wurde die gegenwärtige Höhe des Vierwaldstättersee's für die Erosion im Hinterlande massgebend; das Gefälle der Muotta nahm zu, das Delta wurde eingeschnitten.

Leider ist die Höhe dieses alten See's nicht mehr genau zu bestimmen, die grosse Terrasse ist gerade rechts und links des jetzigen Muottaeinschnittes, offenbar in der ersten Zeit der Erosionsthätigkeit des Flusses, durch seitliche Erosion um mehrere Meter abgetragen; eine kleinere tiefere Terrasse ist in der grossen ausgewaschen worden, und gerade am Rande dieser tieferen Terrasse liegt der Aufschluss, dessen schräge Schichtung sich bis zur Terrassenkante hinauf verfolgen lässt.

Die Quote dieses unteren Terrassenrandes bestimmte ich auf 491 m. Der See muss aber höher hinauf gereicht haben. Wahrscheinlich ist es, dass die Oberfläche der oberen grossen Terrasse über dem Wasserspiegel stand, so dass, da ihre Quote circa 507 m. beträgt, der Seespiegel damals um 500 m. herum gestanden haben mag. Es ist allerdings auch möglich, dass hier nur ein unterseeisches Delta vorliegt. In diesem Falle wäre eine Seehöhe von über 507 m. anzunehmen.

Auf der Fortsetzung der oberen Terrasse gegen Schönenbuch liegen erratische Blöcke. Aber auch hinter der Nagelfluh, d. i. eigentlich unter derselben, finden wir Grundmoräne. Beide Bildungen, Nagelfluh und Moräne, sind leider nicht im Contacte zu beobachten. Thaleinwärts wird die Nagelfluh lockerer, der Abhang flacher und bewachsen; dann kommen eigenartige Rutschformen vor, die wahrscheinlich auf die Gegenwart von Moränenmaterial hindeuten. Endlich, nach etwa 100 m., bildet richtige Grundmoräne den Abhang.

Nach diesem, von aussen nach innen geschilderten Profile scheint es mir am wahrscheinlichsten zu sein, dass das Conglomerat zwischen zwei

glaciale Ablagerungen eingeschaltet, also vielleicht interglacial ist; sicher ist es aber nicht.

Es fragt sich nun, ob der früher hier angestaute See als eine locale Wasseransammlung oder als der höher stehende Vierwaldstättersee zu deuten sei. Eine Untersuchung des ganzen Seegebietes sollte stattfinden, um die Frage zu entscheiden.

Im Reussthale und am Urnersee sind keine Anhaltspunkte zur Feststellung eines höheren Seestandes zu gewinnen[1]). Im Reussthale besonders ist Alles durch die neueren Schuttkegel verdeckt, und es ist unwahrscheinlich, dass ohne gewaltige Einschnitte hier etwas zu finden sein wird.

Zwischen Beggenried und Stanz aber tritt uns wieder eine ausgedehnte Terrassenlandschaft entgegen, die besonders zwischen Buochs und Stanz mit seltener Regelmässigkeit entwickelt ist.

Das alte Delta der Engelberger-Aa.

Von der Kirche von Buochs aus bis zum Ennerberg zieht sich die Terrasse mehr als 2 km. weit hin. Am Nord- und Westabhange des Ennerberges ist sie von der Engelberger-Aa angeschnitten, und hier lässt sich die Uebergussschichtung wieder prächtig beobachten. Wir sehen wiederum ein altes, unter Wasser gebildetes und seither, infolge des Sinkens des Wasserspiegels zum Theil wieder abgetragenes Flussdelta aufgeschlossen.

Dieselben Gründe wie bei Ibach, der theilweise Abtrag der Terrassenoberfläche, lassen eine Ermittelung der Höhe des Seespiegels nicht zu. Bei Anlass eines Hausbaues nahe der Terrassenoberfläche stellte ich die Uebergussschichtung noch 509 m. hoch fest. Höher war der Boden bewachsen. Auf der Höhe in circa 516 m. waren Grundmoräne und erratische Blöcke zu beobachten. Noch an anderen Punkten des Ennerberges ist Moräne vorhanden.

Oberhalb der Kirche von Buochs liegt der Terrassenrand in 512 m. Höhe, stellenweise verwischt, steigt er gegen Beggenried hinan. Oberhalb dieser Ortschaft liegt er 550—555 m. hoch. Diese Erhöhung der Terrasse rührt

---

[1]) Es scheint mir jedoch wahrscheinlich, dass die an einigen Stellen vorhandenen hochgelegenen Schuttmassen Ueberreste alter Schuttkegel sind Diese Frage sollte, namentlich am Ausgange des Riemenstalderthales, noch näher untersucht werden.

wohl zum Theil von der Moränenbedeckung, wahrscheinlich aber auch davon her, dass ihr ein alter Schuttkegel des Drestlibaches aufgesetzt ist.

In der Lagerung greifen am Ennerberg dieselben Verhältnisse wie bei Ibach Platz. Oben Moräne und zwar ganz deutlich auf dem Delta, was bei Ibach nicht so sicher gesagt werden konnte; aber wiederum war hinter dem schräg geschichteten Delta, nach einer kurzen bewachsenen Strecke des Abhanges, Grundmoräne in einer kleinen Rutschung zu sehen.

Das alte Delta der Engelberger-Aa ist also sicher präglacial in Bezug auf die letzte Vergletscherung. Im Hinterthale der Engelberger-Aa war ebenso wenig zu sehen als im Reussthale; es würde sich aber empfehlen, beim bevorstehenden Bahnbau auf diese Verhältnisse zu achten.

Das Delta der Engelberger-Aa lehrt also, dass bereits vor der letzten Vergletscherung der Thalboden bei Stanz ebenso tief lag wie heutzutage und ausserdem hier ein über 509 m. hoher See vorhanden war. Ist dieser See der Vierwaldstätter?

Damaliger höherer Seestand.

Abgesehen von sehr unwahrscheinlichen jüngeren Dislocationen könnte man sich hier die Gegenwart eines localen See's nur durch Gletscherstauung erklären. Dazu sind aber zwei Gletscher nöthig. Wenn aber der Aaregletscher schon so mächtig war, um über den Brünig bis gegen Luzern vorzudringen, dann ist nicht einzusehen, wesshalb der untere Theil des Engelbergerthales noch eisfrei gewesen sein sollte. War es nicht der Aaregletscher, der bei Stanzstad den Weg sperrte und zur Entstehung des localen See's beitrug, so war es ein Brüniggletscher. Dabei wäre es aber noch merkwürdiger, dass die Gletscher des Engelbergerthales einem Brüniggletscher nicht hätten das Gleichgewicht halten können.

Will man zu einem zweifach sperrenden Reussgletscher recurriren, so wird die Sache noch unnatürlicher: es hätte eine schmale Eiszunge in Beggenried umbiegen und durch die Nasen bis nach Luzern sich hinziehen müssen, ohne seitlich bei Buochs sich auszubreiten!

Es wird dadurch die Unwahrscheinlichkeit einer Gletscherabsperrung nahe gelegt. Die Unmöglichkeit derselben ist aber nur auf Grund positiver Argumente nachzuweisen. Zwei Thatsachen sind es nun, die mit Entschiedenheit einer Gletscherabsperrung widersprechen:

1) ist das Material der Deltas sehr gleichmässig, fein und nur mit dem jetzt noch von der Engelberger-Aa abgelagerten zu vergleichen;

2) auf 800 m. Länge ist die Uebergussschichtung in vollkommener Regelmässigkeit entblösst.

Beide Thatsachen lassen sich weder mit einem nahen Gletscher thalaufwärts, noch mit einem Eisriegel in Einklang bringen. Eine Art Märjelen-See würde die Regelmässigkeit der Uebergussschichtung unmöglich machen, und da, wo Eisriegelsee'n während der Vergletscherung vorhanden waren, ist der Charakter der in ihnen abgelagerten Gebilde ein ganz anderer[1]).

Wir kommen also zur Ansicht, dass nur ein allgemein höher liegender Vierwaldstättersee das Zustandekommen des Engelberger-Aa-Deltas ermöglichen konnte.

Im Nidwald konnte ich auch keine Belege für einen höheren Seestand aufbringen, obschon das ganze Thal von Alpnach bis über Rudenz hinauf lebhaft an eine Seeausfüllung erinnert. Der Sarnersee (473 m. über Meer) ist offenbar durch die neueren Schuttkegel vom Alpnachersee abgegliedert worden. Man soll auch, wie mir Herr Forstinspector *von Moos* in Luzern mittheilte, bei der Fundirung einer Brücke der Brünigbahn unterhalb Sarnen auf ein seekreideähnliches Gebilde gestossen sein.

Am Ende des Küssnachtersee's fehlt es nicht an Terrassen, leider sind aber die Einschnitte in denselben ganz unzureichend. Da jedoch die Grundmoräne und moränenartige Schotter Alles bedecken und ausserdem in allen möglichen Höhen kurze Terrassenlinien sich einstellen, so ist auf diese und auf ähnliche Vorkommnisse am Zugersee nicht zu bauen. In der That sollte das Zugerseebecken genauer untersucht werden, als es mir bisher möglich war.

Deltabildung bei Littau.

Im Entlebuch beginnt bei Littau eine wohlausgeprägte Terrasse, die, allmälig an Höhe zunehmend, beim Renggloch ihren Culminationspunkt erreicht. Oberhalb Littau ist sie in einer grossen Kiesgrube aufgeschlossen.

---

[1]) Bulletin de la soc. neuchâteloise de Sc. nat. 1867. T. VII. Pag. 250. (Vouga. Dépôts glaciaires de Boudry.)

Wiederum fällt hier vor Allem die steile Uebergussschichtung auf, die oben in eine wagrechte übergeht. Die Grenze beider Structuren liegt circa 520 m. hoch.

Krystallinische Gesteine sind hier nicht selten, was darauf hindeutet, dass eine Vergletscherung bereits stattgefunden oder im Herannahen war, als die Kieslager gebildet wurden. Letzteres muss angenommen werden, da gekritzte Geschiebe in den oberen Theilen vorkommen und die Ablagerung überhaupt ungleichmässig wird.

Der Littauer-Schotter wäre somit fluvio-glacial, in den oberen Theilen von einer echt glacialen Bildung überlagert.

Da ausserdem der über 509 m. Höhe betragende Seestand, der das Delta der Engelberger-Aa bedingt, sich auch im Entlebuch geltend machen musste, liegt es nahe, für die beiden Deltas von Littau und vom Ennerberg eine gemeinsame Ursache anzunehmen. Es wird daher noch wahrscheinlicher, dass das Muottadelta auch hierher gehört.

Honau und Gisikon.

Ebenso ist es möglich, dass die durch *Kaufmann*[1]) bekannt gewordenen Kiesgruben mit schräger Uebergussschichtung von Honau und Gisikon mit dem ehemaligen Seestande zusammenhängen.

Ueber alle diese Vorkommnisse wären weitere Untersuchungen erwünscht. Hier würden einige richtig angelegte kleine Einschnitte für den Geologen von hohem Interesse sein. An derartige Unternehmen kann aber nicht gedacht werden, so lange wir keine mit staatlichen Mitteln und besonders unter staatlichem Schutze arbeitende Anstalt haben!

Kriens.

Einige andere deltaähnliche Ablagerungen sind mir von Küssnacht und Kriens bekannt. Allein hier haben wir es mit Gebilden zu thun, die in allen ihren Theilen die unmittelbare Nähe der Gletscher verrathen und somit einer anderen Klasse von Erscheinungen angehören. Bei Kriens kann man sehen, wie Deltas in Gletscherstauungssee'n sich gebildet haben.

Aus dem hier über das Vierwaldstätterseebecken Gebrachten geht hervor:

---

[1]) Beiträge zur geologischen Karte der Schweiz. Lieferung XI. S. 406.

1) Dass der Vierwaldstättersee präglacial ist, wenigstens in Bezug auf die letzte Vergletscherung[1]).

2) Dass der Seespiegel während der Interglacialzeit höher lag als heutzutage. Sein Niveau war ungefähr 515—520 m.

Ein so hohes Seeniveau bedingt aber die Annahme des einstigen Zusammenhanges von Vierwaldstätter- und Zugersee. Für diesen grossen See gibt es aber unter den heutigen Verhältnissen keine Nordgrenze mehr!

Es ist mir aber auch nicht gelungen, im unteren Reussthale Anhaltspunkte für eine vormalige Seebedeckung zu finden. Herr Professor *Mühlberg*, der Kenner und Erforscher des aargauischen Diluviums, erklärte mir ebenfalls, keine Ablagerung zu kennen, die die Annahme eines grossen bis in den Aargau sich erstreckenden See's unterstützte. Allein die Nagelfluh des Lorzetobels kann uns vielleicht darüber Auskunft geben.

Alter Schuttkegel im Lorzetobel.

Im Lorzetobel liegt nämlich eine vom Bache in steilen Wänden angeschnittene, horizontal geschichtete Nagelfluh, die eine deutliche Grundmoräne überlagert und ihrerseits von den Neuheimer und Menzinger Moränen überlagert wird.

Die ganze, stellenweise wohl über 100 m. mächtige Ablagerung kann unmöglich von jeher am Tobelausgang circa 230 m. über der Thalsohle abgesetzt haben. Sie ist vielmehr als ein jetzt angeschnittener, gewaltiger, alter Schuttkegel zu betrachten, der einst weit in das Reussthal sich hinausgebaut hatte. Möglicherweise sind die Nagelfluhbänke von Blickenstorf[2]) Ueberreste seiner ehemaligen Fortsetzung.

---

[1]) Der Einwand, dass die Ablagerungen der einzelnen Vergletscherungen innerhalb der inneren Moränen sich nicht trennen lassen und dass desshalb nicht gesagt werden kann, ob wir es in den hier besprochenen Fällen mit inneren oder äusseren Moränen zu thun haben, ist wohl richtig. Allein das Erraticum am Ennerberg, bei Littau oder Schönenbuch scheint das höchste zu sein, und so müssen wir bis auf Weiteres annehmen, es sei auch das letzte; wenigstens ist dies das einzig Sichere.

[2]) *Kaufmann* in den Beiträgen zur geologischen Karte der Schweiz. Lieferung XI. Seite 418.

Da nun diesem alten Schuttkegel dasselbe Alter[1]) zukommt, wie wir es für die alten Deltas des Vierwaldstättersee's annahmen, so frägt es sich sehr, ob nicht gerade in jener Bildung die Ursache der Stauung des Vierwaldstättersee's zu erblicken sei.

Andere Schweizersee'n.

Auch der Thun-Brienzersee war einst, wie *Bachmann* nachgewiesen, höher als jetzt. Das alte Kanderdelta liegt aber wie dasjenige der Engelberger-Aa unter Moränen[2]), die wegen ihrer Wallform wohl der letzten Vergletscherung angehören. Diese See'n sind somit in Bezug auf die letzte Vergletscherung präglacial.

Das Gleiche gilt für den Genfersee, wo der Nachweis des präglacialen Alters durch das bekannte interglaciale Drancedelta geliefert wird[3]).

Wahrscheinlich gilt dasselbe Alter auch für die Neuenburger-See'n-gruppe. Sichere Beweise ihres präglacialen Alters fehlen mir einstweilen noch.

Was den Bodensee anlangt, so sind mir seine Verhältnisse zu wenig bekannt, als dass ich im Stande wäre, die Frage zu beantworten. Aus der Literatur ist mir nichts bekannt, was die Annahme eines präglacialen Alters nothwendig machen würde.

Schon längst ist von *A. Escher v. d. Linth* das präglaciale Alter des Zürichsee's erkannt worden[4]). Vor einigen Jahren begründete *A. Wettstein* dasselbe nochmals[5]).

Die *Escher*'sche Ansicht stützt sich auf das Au-Conglomerat, welches der Uto-Nagelfluh äusserlich ähnlich ist und aus diesem Grunde für gleichalterig betrachtet wurde. Ich glaube jedoch, diese Parallelisirung nicht mehr

---

[1]) *Wettstein* betrachtet schon die Ablagerung des Lorzetobels als präglacial in Bezug auf die letzte Vergletscherung (Geol. v. Z. S. 61). Die Aufschlüsse, die bei Anlass der Wasserversorgung der Fabrik in Baar geschaffen wurden, lassen über die Unterlagerung des Conglomerats durch Grundmoränen keinen Zweifel zu. Es wäre diese Bildung somit wahrscheinlich interglacial, wie auch die alten Deltas des Vierwaldstättersee's.

[2]) *Bachmann*, Die Kander. Bern, 1870. S. 48.

[3]) *Morlot*, Terrain quatern. du Léman. Bull. soc. vaud. des Sc. nat. V. 1858.

A. Favre, Recherches géol. dans les parties de la Savoie, etc. Voisines du Mt. Blanc. Paris, 1867. I. 83.

Brückner, Salzachgebiet. 1886. S. 165.

[4]) Vierteljahrsschrift der zürcherischen naturforschenden Gesellschaft. 1869. XIV. 110.

[5]) Geologie von Zürich. 1885. 52 u. ff.

aufrecht erhalten zu können, zumal die Au-Nagelfluh in ihrer Zusammensetzung von allen Deckenschottervorkommnissen wesentlich abweicht. Sie soll nach *Gutzwiller* eine deutliche Flussbildung sein und viel mehr Sernifite enthalten als die eigentliche löcherige Nagelfluh[1]).

Aus diesem Grunde halte ich sie für ein Aequivalent des Hoch- oder Niederterrassenschotters.

Ihr Vorkommen bedeutet also nichts weiter, als dass vor der letzten oder vorletzten Vergletscherung der See bereits vorhanden war.

Wettstein beweist auch nur, dass der See präglacial in Bezug auf die letzte Vergletscherung ist; darauf wird übrigens später zurückzukommen sein.

Bedeutung der See'n in der Frage nach der Thalausbildung z. Z. des Deckenschotters.

Diese Betrachtungen über das Alter der See'n bestätigen die in der Nordschweiz gewonnene Erkenntniss, dass die grossen Thäler vor der letzten Vergletscherung ebenso tief waren wie heutzutage. Bezüglich ihres Zustandes vor der vorletzten Vereisung sind die Resultate unsicher. Einige Vorkommnisse (Moränen unter dem Drancedelta und unter dem Schuttkegel im Lorzetobel) stehen mit den Verhältnissen des Vorlandes im Einklange und machen das Vorhandensein bereits tief ausgewaschener Thäler mehr als wahrscheinlich. Weiter zurück lassen sich die Thäler und Becken nicht mehr verfolgen.

Es sprechen daher die Verhältnisse an den See'n nicht gegen eine geringere Thalausbildung zur Zeit der Ablagerung des Deckenschotters, wie wir sie aus der Lagerung der löcherigen Nagelfluh und aus ihrer Armuth an Sernifiten ableiten zu können glaubten.

Besonders die Sernifit-Armuth ist, wie wir hervorgehoben haben, von grosser Bedeutung. Sie scheint darauf hinzudeuten, dass die Ablagerung des Deckenschotters ziemlich weit in die Vorzeit zurückreicht und dass die vorletzte Interglacialzeit eine viel längere Dauer gehabt hat als die letzte. Während der letzten wurden die Schieferkohlen mit Elephas antiquus abgelagert; es ist also das aus anderen Gründen angenommene oberpliocäne Alter des Deckenschotters im Hinblick auf die Erosionsverhältnisse unseres Landes gar nicht unwahrscheinlich.

---

[1]) *Gutzwiller*, Die löcherige Nagelfluh. S. 22.

B. Dislocation.

Die Ausführungen *Wettstein*'s haben es unzweifelhaft gemacht, dass der Zürichsee seine Entstehung einer Dislocation verdankt. War aber das Zürichseethal zur Zeit der Ablagerung des Deckenschotters noch nicht in seiner vollen Tiefe erodirt, so wird die Dislocation hier nach Ablagerung der löcherigen Nagelfluh stattgefunden haben.

Möglichkeit einer geringen Dislocation nach Ablagerung des Deckenschotters.

Wie verhalten sich zu dieser Annahme die im Dislocationsgebiete südlich der Lägern noch erhaltenen Deckenschottervorkommnisse?

Denken wir uns das Zürichseethal als Erosionsthal in der Molasse wieder hergestellt und nehmen wir für dasselbe ein Gefälle wie dasjenige der Limmat zwischen Zürich und Baden an, so ergibt sich für die tiefste Stelle des Thales, bei Herrliberg, 29—30 km. von der Lägern entfernt, eine ehemalige Höhe von 65 m. über Baden. Die Molasse steht aber an der Limmat südlich von Baden etwa 360 m. hoch an, sie sollte folglich in Herrliberg auf 425 m. Höhe zu stehen kommen. Da die Höhe des Seegrundes hier aber nur 266 m. beträgt, so liegt sie 425—266 = 159 m.[1]) zu tief, und dies wäre an der tiefsten Stelle der Molassemulde der Betrag der Dislocation.

Verhalten der Uto-Nagelfluh zu dieser Annahme.

Betrachten wir nun die durch die Dislocation hervorgebrachte Krümmung des Thalweges als einen Kreisbogen mit 30 km. langer halber Sehne und 159 m. hohem Pfeile, so lässt sich leicht berechnen, dass der Uetliberggipfel infolge der Dislocation eine 140 m. grosse Depression erfahren sollte. Seine ehemalige Höhe wäre nach dieser Annahme vor der Dislocation 1013 m. gewesen.

Daraus ergäben sich folgende Gefällswerthe gegen die nächsten Nagelfluhvorkommnisse des Vorlandes:

Uto-S. d. Lägern (bei Boppelsen)	20 ‰
Uto-Irchel	14 ‰
Uto-Egg	18 ‰
Uto-Teufelskeller	24 ‰

Dies sind freilich sehr hohe Zahlen, die jedoch von den Böschungswerthen grosser Schuttkegel und Gletscherböden der Alpen weit übertroffen werden.

[1]) *Wettstein* kommt zur Annahme von 142 m. (Geol. v. Zürich. S. 57.)

Nach dem äusseren Aussehen zu beurtheilen, sind manche Gletscherböden bezüglich der Regelmässigkeit des Aufbaues nicht sehr von der löcherigen Nagelfluh verschieden. (Unteraarboden, Hasli im Grund etc.)

Ist indessen die bei der Berechnung des senkrechten Betrages der Dislocation stillschweigend gemachte Voraussetzung einer einfachen relativen Einsenkung des Zürichseethales gegenüber der Lägern berechtigt? Dies ist eine Frage, die ich hier noch nicht entscheiden kann, die aber wahrscheinlich zu verneinen sein wird.

Ungültigkeit der Berechnungen der Dislocationshöhe.

Thatsächlich ist der Lägern eine südliche Falte vorgelagert, auf welche zuerst aufmerksam gemacht zu haben das Verdienst des Herrn Lehrers *Oppliger* in Wettingen ist[1]). Es ist nun wahrscheinlich, dass den letzten Dislocationen die Ausbildung jener Vorfalte zukommt, wie auch die miocänen Vorfalten der Alpen zuletzt gestaut wurden. Die Seebildung hängt daher wahrscheinlich mit der weiteren Ausbildung der Vorfalte zusammen. Ist dem wirklich so, dann lässt sich die heutige Oberfläche der Molasse im Limmatbette südlich von Baden nicht mehr mit der damaligen vergleichen. Die nach dem eingeschlagenen Verfahren erhaltene Dislocationshöhe für einen beliebigen Punkt des dislocirten Gebietes entspricht der Wirklichkeit gar nicht, die Höhe von 1013 m. für den Uto-Gipfel ist wahrscheinlich beträchtlich zu hoch gegriffen.

Folgende Schemata lassen die Fehlerquelle deutlich hervortreten.

Thalweg vor der Seebildung.
Schichtverlauf v. d. Seebildung.
----- Dislocirter Thalweg.
Δ = Berechnete Depression.
S = Wirkliche Depression.
—·— Seeniveau nach der Dislocation.

Es sind dies Gedanken, die einer an Ort und Stelle gewonnenen Anschauung entsprangen; weitere Untersuchungen werden zeigen, ob sie berechtigt sind. Einstweilen muss nur betont werden, dass alle Berechnungen der ehemaligen Höhe der Uetliberg-Nagelfluh und die sich auf diese gründenden Gefällswerthe höchst unsicher sind.

---

[1]) Briefliche Mittheilung an Herrn Prof. *Heim*.

Aus der Lagerung der Uto-Nagelfluh im Dislocationsgebiete zwischen Alpen und Jura lassen sich also noch keine Beweise gegen eine seit ihrer Ablagerung stattgehabte Faltung, wie sie zur Erzeugung des Zürichsee's nöthig war, folgern.

Anderweitige Belege junger Dislocationen.

Sehen wir uns nun innerhalb unseres engeren Gebietes nach positiven Belegen einer postglacialen Gebirgsbildung um, so finden wir allerdings keine entscheidenden Thatsachen anzuführen; es muss aber nicht ausser Acht gelassen werden, dass das Gebiet ausserhalb der inneren Moränen durch ältere Dislocationen sehr in Anspruch genommen worden war, so dass wir von vornherein hier nicht sehr Vieles erwarten können.

Es ist anzunehmen, dass wir etwaige Erscheinungen, die mit postglacialer Gebirgsbildung im Zusammenhange stehen würden, am leichtesten aus den Lagerungsverhältnissen des ältesten Glacialgebildes des Deckenschotters erkennen könnten.

Bei solchen Untersuchungen ist auf zweierlei Weise zu verfahren: Entweder wird der innere Bau, die Lage der Schichten, ihre Neigung berücksichtigt, oder die äussere Erscheinung, das Gefälle der Oberfläche, welches nach Dislocationen unmöglich einheitlich bleiben kann.

Was die erste Methode anbelangt, so muss zugestanden werden, dass sie im gegenwärtigen Falle zu keinen Ergebnissen führt. Geneigte Schichten kommen hie und da vor, ja am Nordende des „Teufelskellers" scheinen sie mit 4—5° gegen die Lägern hin anzusteigen; wer aber die Flussablagerungen der Jetztzeit kennt, wird sich wohl hüten, gestützt auf Neigungswinkel von 5° Schlüsse über die Dislocation der betreffenden Schichten ziehen zu wollen.

Die zweite Methode ist ebenso unsicher, denn man darf gar nicht annehmen, dass man an einer beliebigen Stelle, wo löcherige Nagelfluh auftritt, eine in ihrer ursprünglichen Höhe erhaltene Oberfläche vor sich habe.

Aus dem Vorkommen von Deckenschotter auf dem Gebenstorfer Horn schloss *Mösch*[1]), dass seither die Gebirgsbildung aufgehört habe. In der That liegt die Nagelfluh discordant auf dem Lägerngewölbe und hat die Haupt-

[1]) Beiträge zur geol. Karte der Schweiz. Lief. IV. S. 247.

faltung nicht mitgemacht. Ob sie seither gar nicht mehr dislocirt wurde, ist aber eine andere Frage.

Der höchste Punkt des Schotters liegt am „Körnlisberg“ 554 m. hoch, unmittelbar nördlich des Gewölbekernes. Gegen Norden, sowie gegen Süden senkt sich die Nagelfluhfläche. Leider fehlen Aufschlüsse ganz und gar, so dass nicht zu entscheiden ist, ob die Erhöhung am „Körnlisberg“ auf aufgesetzten Gletscherschutt, auf Dislocation oder Erosion zurückzuführen ist.

Südlich der Lägern zieht sich die erwähnte Vorfalte hin, zwischen beiden Falten, also in der Synklinale, liegt der „Teufelskeller“, dessen Oberfläche hinter derjenigen des Körnlisberges und selbst des Fetzens auf dem südlichen Lägernschenkel bei der Baldegg zurückbleibt (538 gegen 542 und 554 m.) und dessen Berührung mit der Molasse zu den tiefsten Contactstellen gehört.

Der „Bruggerberg“ ist nicht höher als die Vorkommnisse bei Leibstadt und Dogern 10 km. weiter abwärts; er liegt aber ganz nahe an der Synklinale nördlich der Lägern.

Es ist, wie gesagt, unmöglich, diesen Erscheinungen eine grosse Bedeutung beizulegen; sie mussten aber hervorgehoben und dadurch die Verhältnisse in's richtige Licht gestellt, d. i. gezeigt werden, dass die Lagerung des Deckenschotters der Annahme geringer nachträglicher Dislocationen nicht widerspricht.

Die unteren Terrassenschotter liefern zur Beurtheilung der Dislocationsfrage ebenso wenig Anhaltspunkte, wie die löcherige Nagelfluh.

Ich will hier nur noch auf das früher erwähnte starke Gefälle des jetzigen Flusslaufes in den Riegeln verweisen, welches die anderweitig begründete Annahme der recent fortgesetzten Gebirgsbildung vielleicht noch unterstützen könnte.

Zusammenfassung.

Unsere Betrachtungen über Erosion und Gebirgsbildung während der Eiszeiten und nach denselben haben uns zu folgenden Ergebnissen geführt:

Vor der alten Vergletscherung stand die Thalbildung, besonders in den Alpen, weit hinter der jetzigen zurück. Im Vorlande wie in den Alpen waren die Hauptthäler bereits angelegt; hier waren sie weit weniger ausgetieft wie heutzutage, dort lag die Thalsohle nicht beträchtlich über der gegenwärtigen. Einzelne Thalstrecken des Vorlandes, wie beispielsweise das Rheinthal nördlich vom Irchel, sind möglicherweise viel jünger als die alte Vergletscherung.

Nach Ablagerung des Deckenschotters eingetretene und jetzt noch fortdauernde geringe Dislocationen sind mehr oder weniger wahrscheinlich; der Hauptfaltungsprocess war jedoch bereits abgeschlossen.

VII.

Rückblick
und allgemeine Betrachtungen.

An der Grenze des nach der bisher eingehaltenen Methode Erschliessbaren angelangt, wollen wir noch das Gewonnene in einem Rückblicke über die Thalgeschichte der Nordschweiz zusammenfassen und zugleich in diesem einige neue, mit mehr oder weniger Wahrscheinlichkeit aus unseren Untersuchungen sich ergebende Gesichtspunkte darlegen.

Dann wird es sich empfehlen, einem allgemein gültigen Satze der Glacialgeologie noch einige Aufmerksamkeit zu schenken und eine Eintheilung unserer Glacialablagerungen aufzustellen.

1. Rückblick.

Nach der letzten grossen Faltung des Miocäns unserer Voralpen, als dieser Theil der Erdkruste zu einer relativen Ruhe gekommen war und die fliessenden Gewässer das aufgethürmte Gebirge schon lebhaft angegriffen hatten, sahen wir im Alpenvorlande eine gewaltige Schotteranhäufung beginnen, Gletscher herannahen, im Linthgebiet ungefähr bis zur Linie Uetliberg-Lägern-Irchel sich ausbreiten und die begonnene Ablagerung während des Gletscherstillstandes noch eine Zeit lang vor sich gehen.

Vor dem Ausgange des Rheinthales geschah dasselbe. Die beiden dem Linth- und Rheinthale vorgelagerten Schuttkegel weisen auf das Vorhandensein zweier grosser Querthäler hin; ja es wird durch die Lage des Linthschuttkegels die Vermuthung bestätigt, dass nicht das Zürichseethal, sondern das Glatttthal die ursprüngliche Fortsetzung des Linththales darstellt.

Damals wird wohl der Rhein gegen Ulm geflossen sein, während die Linth die natürliche Rinne am Südrande des Schwarzwaldes ausgebildet hatte.

Dann zogen sich die Gletscher zurück, das angehäufte Geschiebe wurde durch die immer weniger Materialzufuhr erhaltenden, d. i. immer mehr entlasteten Schmelzwasser angegriffen und zum grössten Theile wieder entfernt. Das Anstehende unter dem Deckenschotter ward bald erreicht und es wurden tiefe Thäler ausgewaschen, während die alten Alluvionen als Zeugen der Vergletscherung auf den Bergrücken sich erhielten.

Zu dieser Zeit wird sich ein Theil des Rheines und allmälig der ganze Rheinstrom durch den Klettgau seinen Weg gegen die Linth gebahnt haben.

Wie lange diese Erosionsperiode anhielt, wissen wir nicht; nach der Grösse der Arbeitsleistung der fliessenden Gewässer zu urtheilen, muss sie ausserordentlich lang gewesen sein.

Ueberreste der Pflanzen- und Thierwelt jener Zeit sind bei uns nicht erhalten geblieben.

Später werden wir durch eine Aenderung in der Arbeitsleistung der Ströme auf eine eintretende Klimaschwankung und auf ein Herannahen der Gletscher aufmerksam gemacht.

Die Thäler werden allmälig bis zu circa 100 m. Höhe mit Kies ausgefüllt; darauf breiten sich die Gletscher bis zu den Grenzen unseres Gebietes aus. Wo und wie lange sie stillstanden, ist unsicher.

Dem darauf folgenden Rückzuge der Eismassen entspricht abermals der Beginn einer Erosionsperiode. Ueberall streben die Gewässer nach Entfernung der Ausfüllungsmasse; sie arbeiten rasch, sägen sich in die Tiefe ein und lassen nicht selten an den Thalgehängen Schotterfetzen stehen.

Der Rhein scheint einen bequemeren Weg durch das Rafzerfeld gefunden zu haben und verliess wohl endgültig den Klettgau, als der Gletscher von Schaffhausen sich zurückzog und die über den Klettgau sich ergiessenden Schmelzwasser dem beträchtlicheren, südlich von Schaffhausen dem Eise entspringenden Flusse zuströmen konnten.

Die Linth mag dann auch, als ihr Gletscher in Hombrechtikon anlangte, in das im Entstehen begriffene oder bereits entstandene Zürichseebecken (das alte Sihlthal) sich ergossen haben.

Das nun zum Glattthal gewordene untere Linththal vermochte der Erosion des Flüsschens zu widerstehen, und so wurden uns in den Schieferkohlen dieser Gegend die Flora und Fauna jener Interglacialzeit aufbewahrt.

Der letzte Vorgang der gletscherlosen Zeit ist die Lössablagerung, deren pflanzliche Ueberreste[1]) noch mit der Flora der Schieferkohlen übereinstimmen, während der alte Elefant endgültig durch das schon aus älteren Ablagerungen bekannte Mammuth ersetzt worden zu sein scheint.

Doch sollte die organische Welt in ihrer ruhigen Fortentwickelung nochmals gestört werden. Die Gletscher nahten wieder, vor ihnen lagerten die Ströme Geschiebe ab; die Torfmoore des Glattthales wurden sammt den Ueberresten ihrer Bevölkerung unter Kiesmassen begraben. Bei Schaffhausen-Bülach-Killwangen-Mellingen-Othmarsingen-Seon-Kirchleerau-Wangen a./A. machten die Gletscher Halt, auf ihren Seiten gewaltige Moränenwälle ablagernd, während ihre Schmelzwasser, die begonnene Anhäufung fortsetzend, die weiten Gletscherböden der niederen Terrassen erzeugten.

Endlich begann etappenweise der letzte Rückzug des Eises, und es konnte sich die erodirende Kraft der Ströme wieder geltend machen.

Allein, ebenso wie früher, sehen wir die Flüsse ihre ursprünglichen Bette zum Theil nicht wieder finden. Wir sehen die Sihl ihren alten Lauf durch das Zürichseethal nicht mehr betreten, sie eilt vielmehr auf wunderbarem Wege neben ihrem ursprünglichen Thale dahin.

Auch der Rhein scheint damals das Rafzerfeld verlassen und der jetzige Einschnitt in der Molasse zwischen Irchel und Buchberg sich ausgebildet zu haben.

Ebenso scheinen auch die Moränen des eigenen Gletschers die Aare von ihrem ursprünglichen Thale verdrängt zu haben. Statt das weite Gäuthal zu

---

[1]) St. Jakob-Lehm.

benutzen, fliesst die Aare zwischen Wangen und Aarburg zum Theil durch einen Molasseriegel hindurch.

Leicht wäre es, noch andere Stellen zu finden, wo die Flüsse heutzutage neben ihrem ursprünglichen Laufe sich eingeschnitten haben. Diese „epigenetischen" Thalstrecken will ich hier jedoch nicht aufzählen und begnüge mich damit, auf die beiliegende Karte II zu verweisen.

Es wäre eine lohnende Arbeit gewesen, im Umkreise der Alpen dieselben Erscheinungen und Vorgänge in grossen Zügen zu verfolgen. Allein die Litteratur reicht hiefür nicht aus. Es ist unmöglich, ohne eigene Anschauung und Beobachtung aus dem Wirrwarr oft scheinbar einander entgegengesetzter Angaben sich herauszuarbeiten.

Die erste Kunde einer dreimal wiederholten Vergletscherung der Alpen kam von Bayern und von Oesterreich, wir fanden sie bei uns bestätigt; es bleibt noch übrig, die Westschweiz, das französische und das italienische Alpenvorland in dieser Beziehung zu untersuchen. Dann erst wird es sich lohnen, im Inneren der jüngsten Moränen das Gewirr der Schotter zu enträthseln zu suchen.

2. Allgemeines über den Glacialschotter.

Die Schotter sind, wie wir gesehen, in einem bestimmten Connex mit den Moränen; sie sind, wie *Penck* gezeigt hat, durch die Schmelzwasser weit hinaus verschwemmter Glacialschutt.

Jedem Schottersystem entspricht eine Moränenzone, eine Vergletscherung, jeder Erosion ein Rückzug der Gletscher, eine sogenannte Interglacialzeit.

Es frägt sich nun: Sind wir im Stande, aus dem blossen Vorkommen eines Schottersystems auf eine Vergletscherung zu schliessen?

Diese Frage darf bejaht werden, denn einige Merkmale unterscheiden den glacialen Schotter von jedem anderen Conglomerate.

Von einschneidender Bedeutung ist die Wechsellagerung von Schotter und Moräne in den den Schuttwällen zunächst liegenden Theilen des Schotters. Es ist aber leicht möglich, dass gerade diese Grenzzone abgetragen worden ist

und gekritzte Geschiebe im Conglomerate sich nicht mehr auffinden lassen. Dann muss auf andere Besonderheiten zurückgegangen werden.

Beim Nieder- und Hochterrassenschotter hoben wir eine Zunahme der Geröllgrösse nach oben hervor. Es ist dies charakteristisch; indessen könnte dieses Merkmal unter Umständen auch gewöhnlichen Flussbildungen eigen sein. Dann lässt es sich beim Deckenschotter auch gar nicht so deutlich wahrnehmen, als bei den jüngeren glacialen Anschwemmungen.

Wichtiger ist das Auftreten von übermässig grossen, eckigen Blöcken mitten in einem feinkörnigen Conglomerate, wodurch man mit mehr oder weniger Wahrscheinlichkeit auf Eismitwirkung zu schliessen pflegt.

Entscheidend ist aber nur das erratische Vorkommen von Geschieben, das heisst das Auftreten von Gebirgsarten, die zur Zeit der Ablagerung nicht längs einer continuirlichen Böschung an die Stelle gelangen konnten, wo wir sie heutzutage antreffen, sondern zuvor etwa einen Höhenrücken oder ein Seebecken zu überschreiten hatten. Erratisch ist unter den Geröllen ebenfalls das Vorkommen von Gesteinen, die durch Wassertransport den langen Weg bis zu ihrer heutigen Lagerstätte nicht zurücklegen könnten, ohne dabei gänzlich zu Sand und Schlamm zerrieben zu werden.

Dies sind die physischen Merkmale eines Glacialschotters, die jede Alluvion besitzen muss, welche als fluvioglacial gedeutet wird.

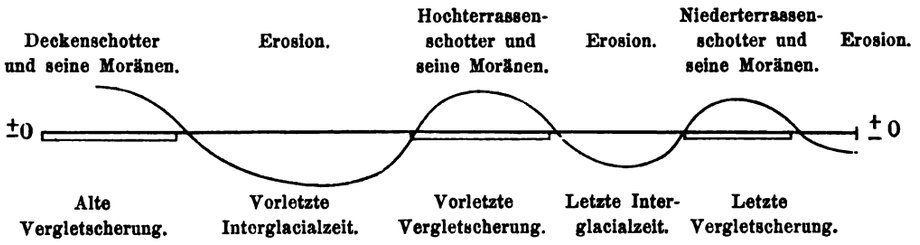
Wenn die Schotter ebenso wie die Moränen einmal als wesentliches Glied der terrestrischen Glacialbildungen allgemeine Anerkennung gefunden haben werden, wird die Versuchung nahe liegen, viele ältere Conglomerate als Glacialschotter anzusprechen, eine Uebertreibung, die gewissen kosmischen Speculationen als Stütze dienen dürfte. Es erschien desshalb geboten, die Merkmale, ohne welche kein glaciales Conglomerat annehmbar ist, hervorzuheben.

3. Gliederung der Glacialformation.

Aus unseren Studien geht, für unser Gebiet, folgende Gliederung der Glacialformation hervor, die, soviel ich mich bisher überzeugen konnte, auf das nordalpine Vorland allgemein anwendbar ist.

Erscheinungen und Vorgänge.	Herkömmliche paläontologisch-stratigraphische Eintheilung.	Stufen nach Mayer-Eymar.	Ablagerungen.		Organische Ueberreste.	Muthmassliche synchronische Gebilde.
Gegenwart.	Gegenwart.	Sahar. II.	Alluvium.		Gegenwärtige.	Gegenwärtige.
Letzte Vergletscherung.	Oberes Pleistocän.	Sahar. I.	Innere Moränen.	Niederterrassenschotter.	Elephas primigenius. Rhinoceros tichorhinus.	Hochgestade der übrigen Flüsse in Europa und Amerika.
Kurze Interglacialzeit. Gletscherfrei bis wo? Erosion!	Mittleres Pleistocän.	Arnusian II.	Löss. Schieferkohlen. Deltas der Muotta? u. d. Engelberger-Aa. Schuttkegel im Lorzetobel.		Elephas antiquus. Rhinoceros Merckii.	Löss des alpinen Vorlandes. Schieferkohlen des Algäu.
Vorletzte Vergletscherung.		Arnusian I.	Aeussere Moränen.	Hochterrassenschotter.	Ebenso. † Hippopotamus major.	Mosbach. Chelles (bei Paris).
Längere Interglacialzeit. Gletscherfrei bis wo? Erosion!	Unteres Pleistocän.	? Astian II.	Fehlen bei uns. Erosionszeit! Dislocation??		Elephas meridionalis.	? Leffe. Höttinger Breccie. Forest bed.
Alte Vergletscherung.	Oberes Pliocän.	? Astian I.	Deckenschotter, Uto-Nagelfluh mit der liegenden Moräne.		Elephas meridionalis. Mastodon arvernensis.	Alluvion des plateaux. Norwich-crag.

Die Arbeitsleistung der fliessenden Gewässer während der ganzen Dauer der Glacialzeit mag durch folgendes Schema angedeutet werden.



Die Arbeitsleistung ist bei aufbauender Thätigkeit als positiv angenommen worden und über die ± 0-Axe als Ordinate aufgetragen gedacht. Auf die

± 0-Abscissen-Axe sind die Zeiten von links nach rechts aufgetragen. Selbstverständlich macht die vorliegende Kurve keinen Anspruch auf Genauigkeit, sie soll nur die allgemeine Reihenfolge der Vorgänge schematisch zur Anschauung bringen.

Hinsichtlich eben dieser Reihenfolge der dynamischen Vorgänge, die die Grundlage der Gliederung bilden, habe ich mich *Penck* angeschlossen; ich glaube jedoch wegen der beträchtlichen Erosion einen längeren Zeitraum zwischen der alten und der vorletzten Vergletscherung einschalten zu müssen, als zwischen dieser und der letzten.

Die alte Vergletscherung halte ich aus früher erwähnten Gründen für oberpliocän; damit soll aber nicht gesagt werden, dass dieselbe die vermeintliche pliocäne Eiszeit Oberitaliens sei.

Die hier gegebene Eintheilung der Glacialformation war schon aufgestellt, als mir eine auf amerikanische Verhältnisse sich beziehende Gliederung von *Mc Gee*[1]) in die Hände fiel, die bezüglich der langen ersten und kurzen zweiten Interglacialzeit meine Auffassung vollkommen bestätigt. Wegen des an die Frage der Eintheilung der Glacialformation sich knüpfenden Interesses werde ich die Gliederung von *Mc Gee* hier wiedergeben:

2. Kälteperiode	Kaltes Klima	Champlain-Ablagerungen, Endmoränen und 3. Glacialschuttdecke.
	Mildes Klima	Verhältnissmässig kurze gletscherlose Zeit. Erosion der Flussthäler.
	Kalt und feucht	Löss in die 2. Moränendecke übergehend (Central U.-S.).
Interglaciale Periode	Mildes Klima	Lange gletscherlose Zeit. Mittlere Kiese der Great Bains. Waldbett des Mississippi-Thales. Erosion in den östlichen V. S.
1. Kälteperiode	Kalt und feucht	Im Mississippi-Thale „Gumbo“ in die 1. Gletscherschuttdecke übergehend. Im Osten Columbiaformation.

[1]) Paleolitic Man in America, in: Popular science Monthly. Nov. 1888.

Schluss.

Im Vorhergehenden habe ich mich, hinsichtlich der dreifachen Vergletscherung unseres Gebietes, sowie der dreimaligen Thalaufschüttung und -Excavation, einer Anschauung angeschlossen, die ich bei Beginn meiner Untersuchungen nicht theilte. Ist dies seither geschehen, so war es auf Grund von Thatsachen.

Ich bin mir vollkommen bewusst, dass diese Ergebnisse meiner Arbeit bei uns auf Widerspruch stossen und Manchem als „undenkbar“ und „abenteuerlich“ erscheinen werden.

Allein, „denkbar“ oder nicht, darum handelt es sich keineswegs. Auch die grossen Gletscher der Eiszeit waren einst „undenkbare Phantasiegebilde“!

Vor Allem geht den Geologen nicht das „Denkbare“ oder „Undenkbare“ an, sondern das thatsächlich Vorhandene. Auf dieser Grundlage allein dürfen Theorien aufgestellt werden.

„Theorie!“ Es steht heutzutage dieses Wort bei Vielen in übelm Geruch, und doch können wir diese Eintagsgebilde nicht entbehren, wenn wir unsere Wissenschaft nicht zum blossen Beobachtungskatalog herabsetzen wollen.

Nicht die in der Natur begründeten Theorien sind verwerflich, sondern die bodenlosen Speculationen, das Einzwängen der ganzen Welt in einen kleinlichen anthropocentrischen Rahmen ... als wäre die beschränkte Vorstellung des Menschen ein Massstab für die unendliche Mannigfaltigkeit der Natur.

Nachtrag.

Mannigfache, vor der Veröffentlichung dieser Arbeit eingetretene Verzögerungen machten es mir unmöglich, darin mehr als den kleinsten Theil der Litteratur des vergangenen Jahres zu berücksichtigen. Namentlich erhielt ich vor Kurzem von Herrn Prof. Dr. *A. Penck* die Anzeige eines „Lössschnecken"-Fundes in der diluvialen Nagelfluh des Traun-Enusgebietes[1]). Ich hatte seither Gelegenheit, mich mit Herrn Prof. *Penck* darüber zu unterhalten, und glaube, dass wir es mit Schnecken zu thun haben, die, ganz wie die Schill'schen Helices[2]), ebensowohl im Löss als auch in pliocänen Bildungen zu Hause sind.

Im Texte zur *Alph. Favre*'schen „Carte du phénomène erratique en Suisse" hoffe ich indessen, allen diesen Publicationen gerecht werden zu können.

---

[1]) *Penck*, Das österreichische Alpenvorland (Vorträge des Vereines zur Verbreitung naturwissenschaftlicher Kenntnisse in Wien. XXX. Jahrg. Heft 14. Wien, 1890. S. 13).

[2]) Seite 99 dieser Arbeit.

Errata.

Seite	13 und 18	lies	Gundmadingen	statt	Guntmadingen.
„	19	„	Solgen	„	Sulgen.
„	39	„	Lüttingen	„	Lüttigen.
„	44	„	Kiesenbach	„	Riesenbach.
„	69 und 70	„	Mosbach	„	Moosbach.

Bemerkungen zu den Karten.

Zur Ergänzung meiner eigenen Aufnahmen in der Nordschweiz benutzte ich local:

Originalaufnahmen von Herrn Prof. Dr. *F. Mühlberg* in Aarau (die Moränen und erratischen Blöcke betreffend);

eine Privatmittheilung von Herrn Prof. Dr. *C. Schmidt* in Basel über die Moränen am Ausgange des Wehrathales;

ferner die vorhandenen geologischen Kartenwerke der Schweiz und des Grossherzogthums Baden, namentlich die Karten von *Schill* (Waldshut) und von *A. Müller* (Kanton Basel).

Die Darstellung der inneren Moränenzone ist als eine mehr schematische zu betrachten. Es handelte sich wesentlich darum, nur allgemein die Lage der inneren Moränen, resp. die äusseren Grenzen der letzten Vergletscherung anschaulich zu machen.

Ausserhalb der inneren Moränen wurden auf den Karten nur einige besonders interessante oder wichtige Glacialschutt-Ablagerungen verzeichnet.

Die inneren Moränen bilden nach innen die Grenze der geologischen Darstellung.

Register

der

Orts- und Eigennamen.

* = im Gebiete der Karte I liegende, jedoch nicht eingetragene Localitäten.

Name	Seiten	Lage (Karte I)		Bemerkungen
Aa, die, s. Engelberger-Aa				
Aarau	8, 31, 32, 33, 41, 48, 50, 53, 54, 67	—	—	
Aarburg	124	—	—	a. d. Aare, Aargau
Aare, die	2, 4, 7, 17, 23, 35, 38, 48, 71, 103	D, E	2, 3	
Aaregletscher, der	61, 91, 110	—	—	
Aarethal, das	8, 12, 16, 42	D, E	2—3	
Aarwangen	23, 62	—	—	Kt. Bern
Achenberg, der	77, 78	E	2	bei Zurzach
Aesch	13	A	3	a. d. Birs
Albbruck	39, 44	D	2	am Rhein
Albis, der	90, 92	—	—	Gebirge S. v. Zürichsee
Algäu, das	126	—	—	E. v. Bodensee
Allschwyl	39, 49	A	2	bei Basel, auch Alschwil
Alpnach	111	—	—	am Vierwaldstättersee
Amerika	60, 126, 127	—	—	
Andreæ	42, 69	—	—	
Au, die	87, 114, 115	—	—	am Zürichsee
Augst	74	B	2	am Rhein (Kaiseraugst)
Baar	114	—	—	Kt. Zug
Bachmann	106, 114	—	—	
Bachs	81	F	2	S. v. Rhein
Baden	2, 8, 23, 26, 32, 33, 116	E	3	
Baldegg, die	84, 119	E	3	W. v. Baden
Baldingen	78, 79	E	2	S. v. Rhein
Bannwyl	12	—	—	E. v. Wangen a./A.
Basel	9, 12, 13, 14, 16, 22, 27, 31, 32, 33, 39, 46, 47, 49, 50, 53, 54, 103	A	2	

Name	Seiten	Lage		Bemerkungen
Bätterkinden	13	—	—	S. v. Solothurn
Bayern	100	—	—	
Beggenried	109, 110	—	—	am Vierwaldstättersee
Belchen	80, 81	F	2	S.-W. v. Kaiserstuhl
Bell	101	—	—	
*Berg, auf dem	72, 74, 88	B	2	Anhöhe S. v. Rheinfelden
Beringen	18	G	1	im Klettgau
Bern	17	—	—	
Biberist	13	—	—	S. v. Solothurn
Binningen	49	A	2	bei Basel
Birrfeld, das	1, 7, 8, 9, 30, 60, 62	E	3	
Birrhard	12	E	3	
Birs, die	9, 13	A	2—3	Nebenfl. d. Rh.
Birsig, die	14	A	2—3	Nebenfl. d. Rh.
Blickenstorf	113	—	—	bei Baar
Bodensee, der	114	—	—	
Bodmann, der	99	—	—	W. v. Bodensee
Böhm	47	—	—	
Bonney	93	—	—	
Bossenhäuser	77	D	2	S. v. Leibstadt
Böttstein	9, 35, 39, 75, 76, 77	E	2	a. d. Aare
Bourg	101	—	—	N. v. Lyon, Département de l'Ain
Bremgarten	4, 5	—	—	a. d. Reuss, Aargau
Brückner	15, 20, 29, 42, 66, 90, 95, 97, 114	—	—	
Brugg	2, 3, 8, 23, 35, 36, 37	E	3	a. d. Aare
Bruggerberg, der	83, 85, 88, 97, 105, 119	E	3	
Brunegg, die	7	—	—	S.-W. v. Birrfeld, (auch Braunegg)
Brünig, der	110	—	—	Pass
Brüniggletscher, der	110	—	—	
Bubendorf	13	B	3	S. v. Liestal
Buchberg, der	43, 47, 95, 123	G	2	am Rhein
Bülach	123	G	2	im Glattthal
Bünz, die	29	—	—	Nebenfl. d. Aare, Aargau
Buochs	109, 110	—	—	am Vierwaldstättersee
Burgdorf	1	—	—	Kt. Bern
*Burghalde	40	E	2	Anhöhe N. v. Klingnau
Charpentier	65	—	—	
Chelles	126	—	—	bei Paris
Dägerfelden	35, 36, 77, 78, 79	E	2	auch Tegerfelden
Dagmersellen	32	—	—	im Wiggerthal, Kt. Luzern
Dangstetten	9, 75	E	2	N. v. Rhein
Deicke	31	—	—	

Name	Seiten	Lage		Bemerkungen
Delafond	100	—	—	
Dettighofen	83	F	2	N. v. Rhein
Dogern	76, 96, 119	D—E	2	N. v. Rhein
*Dörnlibuck, der	35	E	2	Höhe 413, W. v. Rietheim
Döttingen, Gross-	35, 36	E	2	a. d. Aare
Drance, die	114, 115	—	—	Nebenfl. d. Genfersee's
Drestlibach, der	110	—	—	Nebenfl. d. Vierwaldstättersee's
Dünnern, die	1, 17	—	—	Nebenfl. d. Aare
Dünnernthal, das	13	—	—	das Gäuthal
Egg, die	80, 81, 82, 85, 88, 94, 96, 116	F	2	Berg N. d. Lägern
Eglisau	26, 82, 92, 105	G	2	am Rhein
Eiken	13, 45	C	2	im Frickthal
Emme, die	1	—	—	Nebenfl. d. Aare
Emmenthal, das	13, 17	—	—	
Endingen	35, 78	E	2	a. d. Surb
*Enge	18	G	1	Eingang i. d. Klettgau
Engebrunnen	13	G	1	im Klettgau
Engelberger-Aa, die	109, 110, 111, 112, 114	—	—	Nebenfl. d. Vierwaldstättersee's
England	101	—	—	
Ennerberg, der	109, 110, 112, 113	—	—	E. v. Stanz
Enns, die	47	—	—	Nebenfl. d. Donau
Entlebuch, das	111, 112	—	—	Kt. Luzern
Ergolz, die	9, 13, 46	B—C	2—3	Nebenfl. d. Rheines
Erzingen	18	F	2	im Klettgau
Escher v. d. Linth	27, 65, 86, 87, 94, 114	—	—	
Etzgen	9, 39	D	2	S. v. Rhein
Europa	60, 126	—	—	
Fahrwindisch	23	E	3	a. d. Reuss
Falsan & Chantre	100	—	—	
Favre, Alph.	18, 21, 36, 88, 114	—	—	
Fisibach	43	F	2	S.-W. v. Kaiserstuhl
Fontannes	100	—	—	
Forbes	101	—	—	
Frankreich	46	—	—	
Freyenwyl	83	E	2	N. v. Baden
Frenkenbach, der	13	B	3	Nebenfl. d. Ergolz
Frick	45	D	2—3	Aargau
Frickthal, das	9, 13, 45	C—D	2	
Fulenbach	12	—	—	a. d. Aare, Kt. Solothurn
Gäuthal, das. S. Dünnernthal	1	—	—	
Gebensdorf	17	E	3	bei der Reuss

Name	Seiten	Lage		Bemerkungen
Gebensdorferhorn, das	83, 105. 118	E	3	
Genfersee, der	114	—	—	Lac Léman, lac de Genève
Geroldswil	3, 4	—	—	bei der Limmat
Giebenach	45, 46	B	2	S. v. Rhein
Gisikon	112	—	—	Kt. Luzern
Glatt, die	43, 104	G	2—3	Nebenfl. d. Rheines
Glattfelden	98	F—G	2	
Glattthal, das	1, 92, 99, 121, 123	G	2—3	
Gletschboden, der	61	—	—	am Rhonegletscher, Oberwallis
Göslikon	4	—	—	a. d. Reuss, Aargau
Grenzach	71	A	2	N. v. Rhein
Greppin	3, 41	—	—	
Griessen	13	F	2	im Klettgau
Grönland	89	—	—	
Gümbel	73	—	—	
Gundmadingen	13, 18	G	1	im Klettgau
Gutzwiller	19, 46, 49, 74, 82, 86, 87, 88, 90, 92, 106, 115	—	—	
Habsburg	7	E	3	S. d. Aare
Hagenfirst	76, 104	E	2	S. v. Rhein
Hallau, Unter-	18	F	1	im Klettgau
Härkingen	13	—	—	im Gäuthal
*Hasenberg, der	84	E	3	Berg S.-W. v. Neuenhof an der Limmat
Hasli im Grund	61, 117	—	—	Kt. Bern
Hauenstein	44, 75	D	2	am Rhein
Heer	27, 31, 32, 41, 42, 67, 68	—	—	
Heim	61, 88, 98, 107, 117	—	—	
Heitersberg	84	—	—	Berg S. d. Limmatthales, Aargau
Helland	89, 90	—	—	
Hendschikon	28	—	—	im Thal der Bünz, Aargau
Hermetschwyl	4	—	—	a. d. Reuss, Aargau
Herrliberg	116	—	—	am Zürichsee
Hiltenberg, der	82	F—G	2	S. v. Rhein
Hinterrhein	61	—	—	Kt. Graubünden
Hogard	22, 24, 25	—	—	
Hohenthengen	43, 71	F	2	N. v. Rhein
Holland	58	—	—	
Hombrechtikon	123	—	—	Kt. Zürich, zw. Glattthal und Zürichsee
Honau	112	—	—	Reussthal, Kt. Luzern
*Hörnli, das	78	E	2	Höhe 522 S. v. Zurzach
*Hörnlirain, der	43	F	2	Anhöhe N. v. Zweidlen
Hornussen	13	D	2—3	im Frickthal
Hötting	126	—	—	bei Innsbruck
Hüntwangen	43	F	2	N. v. Rhein

Name	Seiten	Lage		Bemerkungen
Ibach	107, 109, 110	—	—	bei Schwyz
Illgraben, der	96	—	—	Wildbach b. Leuk, Wallis
Inkwil	55	—	—	E. v. Solothurn
Irchel, der	2, 63, 82, 85, 92, 96, 98, 103, 104, 116, 120, 121, 123	G	2	S.-E. v. Rhein
Italien	101	—	—	
Jägenstorf	13	—	—	bei Bern
Jenny	49, 51, 52, 54	—	—	
Jentzsch	52	—	—	
Jestetten	19	G	2	W. v. Rhein
Jonen	4	—	—	bei der Reuss, Aargau
Jura, der	4, 27, 46, 72, 118	—	—	
Kadelburg	2, 43, 75	E	2	am Rhein
Kaiserstuhl	2, 9, 12, 15, 16, 30, 39, 43, 47, 80, 104, 105	F	2	am Rhein
Kaisten	9	D	2	S. v. Rhein
Kander, die	114	—	—	Nebenfl. d. Thunersee's
Kappel	13	—	—	im Gäuthal
Kaufmann	87, 92, 106, 112	—	—	
Kiesenbach	44	D	2	N. v. Rhein
Killwangen	7, 17, 18, 27, 30, 33, 123	F	3	a. d. Limmat
Kirchdorf	7, 17, 83	E	3	N. d. Limmat
Kirchleerau	123	—	—	Suhrthal, Aargau
Klettgau, der	1, 13, 18, 43, 44, 92, 95, 122	F—G	2—3	
Klingnau	22, 30, 35, 36, 37, 40	E	2	a. d. Aare
Koblenz	7, 9, 12, 15, 35, 37, 39, 43, 44, 47, 48, 76, 91, 104	E	2	am Rhein
Koch	69	—	—	
Kohlfirst	95, 96	—	—	Berg S. v. Schaffhausen
Kollbrunner	18	—	—	
Köln	52, 60, 68	—	—	
Königsfelden	7, 8, 17, 23	E	3	bei Brugg
*Körnlisberg	119	E	3	Höhe 555 am Gebensdorferhorn
Kriens	112	—	—	bei Luzern
Küssnacht	112	—	—	am Vierwaldstättersee
Küssnachtersee, der	111	—	—	Theil d. Vierwaldstättersee's
Lägern, die	7, 84, 85, 104, 116, 117, 118, 119, 121	E—F	3	Gebirge
Landquart, die	96	—	—	Nebenfl. d. Rheines, Graubünden
Lang	29, 67	—	—	

Name	Seiten	Lage		Bemerkungen
Lapparent, de	53, 100	—	—	
Laubberg, der	82	F	2	S. v. Rhein
Lauchringen, Ober-	67	E	2	im Klettgau
Lauffenburg	2, 3, 9, 12, 15, 16, 39, 75	D	2	am Rhein
Lauffenburg, Klein-	44	D	2	
Lauffohr	2	E	2—3	a. d. Aare
Lausen	13	B	3	im Thal der Ergolz
Leibstadt	9, 47, 48, 75, 76, 77, 91, 96, 103, 119	E	2	S. v. Rhein
Lenzburg	28	—	—	im Aargau
Leuggern	9, 35	E	2	W. v. d. Aare
Leuk	96	—	—	im Wallis
Lienheim	80	F	2	am Rhein
Liestal	13	B	3	
Limmat, die	2, 3, 4, 7, 8, 17, 18, 21, 84, 105, 116	E—F	3	Nebenfl. d. Aare
Limmatthal, das	13, 17	—	—	
Limmernboden, der	61	—	—	im Kt. Glarus
Linthgebiet, das	121	—	—	
Linth, die	122, 123	—	—	Nebenfl. d. Walensee's
Linth-Glatt, die	104, 106	—	—	
Linthgletscher, der	44, 87, 89, 91	—	—	
Linththal, das	99, 121, 123	—	—	
Littau	111, 112, 113	—	—	bei Luzern
Lorze, die	113, 114, 115	—	—	Nebenfl. des Zugersee's
Lüttingen	39, 67	D	2	am Rhein
Luzern	110	—	—	
Lyon	101	—	—	
Magden	74	B	2	S. v. Rheinfelden
Mainz	52, 68	—	—	
Mandach	75, 76, 77, 78, 85, 92	E	2	W. v. d. Aare
Märjelen-See, der	111	—	—	im Wallis
Mayer-Eymar	87, 101	—	—	
Mc Gee	127	—	—	
Mellikon	78, 79, 81	F	2	am Rhein
Mellingen	7, 18, 27, 29, 30, 33, 123	—	—	im Aargau, a. d. Reuss
Mellstorf	80, 81	F	2	S. v. Rhein
Menzingen	113	—	—	Kt. Zug
Mettau	24	D	2	S. v. Rhein
Mettauerbach, der	13	D	2	
Meyer v. Knonau	86	—	—	
Möhlin	9, 45	C	2	S. v. Rhein
Möhlinerfeld, das	50, 53	C	2	E. v. Möhlin
Morlot	114	—	—	
Mosbach	69, 70, 126	—	—	bei Wiesbaden

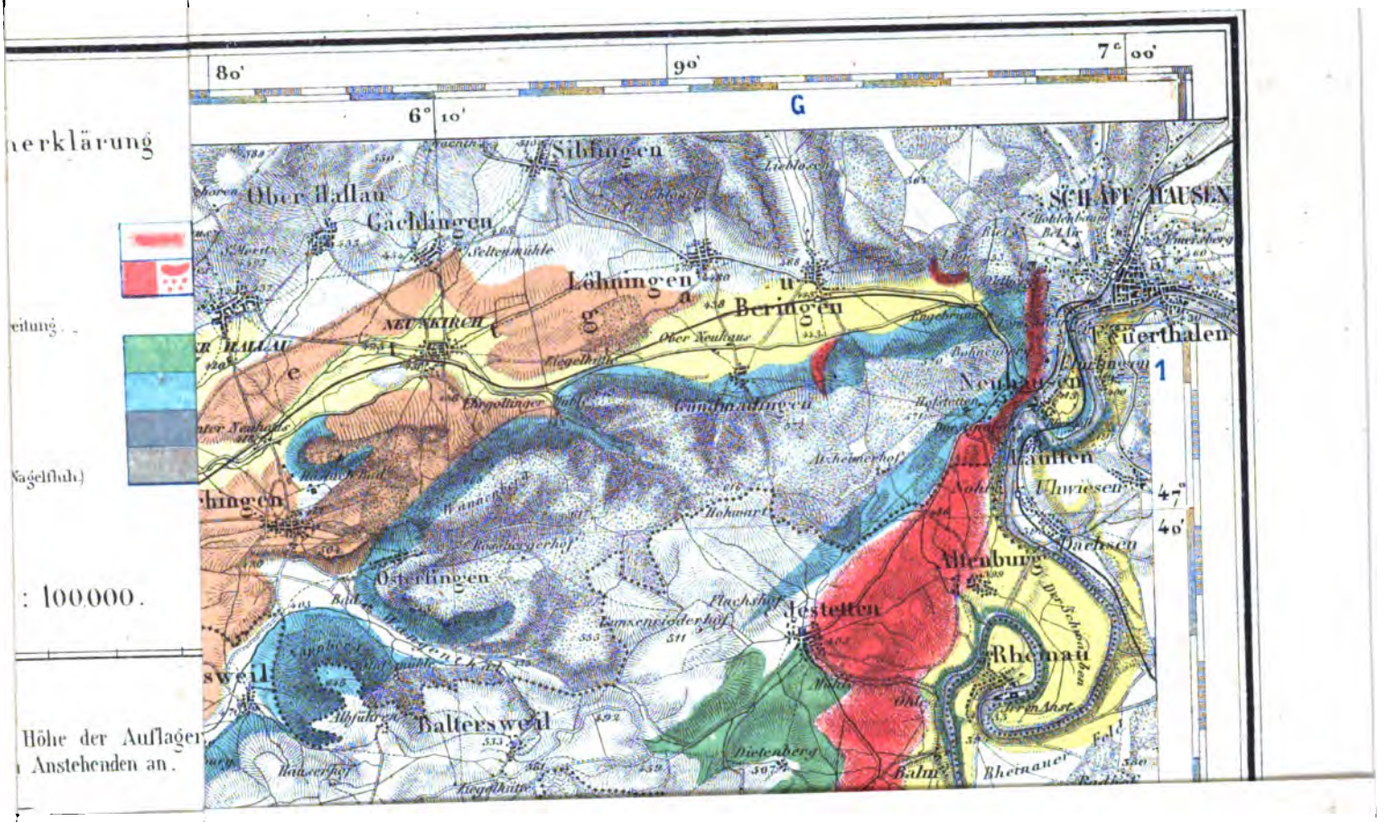
Name	Seiten	Lage		Bemerkungen
Mösch	87, 104, 118	—	—	
Mousson	86, 87, 94	—	—	
Mühlberg	5, 8, 10, 11, 14, 20, 23, 25, 28, 29, 30, 31, 32, 38, 40, 41, 52, 54, 56, 65, 67, 73, 78, 83, 84, 87, 89, 113	—	—	
Müller	32	—	—	
Mülligen	12, 17, 26	E	3	a. d. Reuss
Mundolsheim	68	—	—	bei Strassburg i. E.
Muotta, die	107, 108, 112	—	—	Nebenfl. d. Vierwaldstättersee's
Muottathal, das	107	—	—	
Murg	44	D	2	am Rhein
Muttenz	46	A	2	S. v. Rhein
Nack	19	G	2	W. v. Rhein
Neerach	80	F	2	W. v. d. Glatt
Neuenburgersee	57, 114	—	—	Lac de Neuchâtel
Neuhausen	19	G	1	bei Schaffhausen
Neuheim	113	—	—	Kt. Zug
Neunkirch	13, 18, 95	F	1	im Klettgau
Nidwalden	111	—	—	
Niederbipp	55	—	—	im Gäuthal
Niederbuchsiten	13	—	—	im Gäuthal
Niederhof	44	D	2	N. v. Rhein
Niederönz	55	—	—	bei Herzogenbuchsee
Niederweningen	67	F	2	N. d. Lägern
Norwich	126	—	—	
Nurren, auf	78, 80	E—F	2	S. v. Rhein
Nussbaumen	8, 13, 17, 83	E	3	N. d. Limmat
Oensingen	1, 13, 60	—	—	im Gäuthal
Olsberg	74	B	2	S. v. Rheinfelden
Olten	1, 12, 13, 16	—	—	a. d. Aare
Oppliger	117	—	—	
Osterfingen	18	F	2	im Klettgau
Othmarsingen	7, 27, 28, 29, 33, 123	—	—	a. d. Bünz, Aargau
Penck	5, 15, 26, 29, 30, 33, 42, 60, 62, 64, 65, 68, 69, 85, 92, 95, 99, 124, 127	—	—	
Pestalozzi	31	—	—	
Plessur, die	96	—	—	Nebenfl. d. Rheines, Graubünden
Pratteln	13, 46	B	2	S. v. Rhein

Name	Seiten	Lage		Bemerkungen
Raat	80, 81, 82, 104, 105	F	2	S. v. Rhein
Rafz	12, 15, 16, 18, 47	G	2	N. u. W. v. Rhein
Rafzerfeld, das	1, 9, 15, 18, 19, 30, 43, 46, 60, 62, 63, 98, 122, 123	G	2	
Räterichsboden, der	61	—	—	im Hasli
Renggloch, das	111	—	—	bei Littau
Reuenthal	35, 36, 76, 92	E	2	W. d. Aare
Reuss, die	4, 7, 17, 21, 93	E	3	
Reussgletscher, der	87, 89, 91, 110	—	—	
Reussthal, das	12, 17, 92, 109, 110, 113	—	—	
Rhein, der	2, 9, 15, 16, 17, 19, 21, 22, 24, 36, 43, 45, 46, 48, 60, 63, 68, 71, 75, 76, 82, 93, 103, 104, 122	A—G	1—3	
Rheinen	44	D	2	auch Rhina, N. v. Rhein
Rheinfelden	2, 3, 12, 45, 72, 74, 75, 77, 85, 86, 88, 91, 96, 105	B	2	am Rhein
Rheingletscher, der	18, 44, 91, 95	—	—	
Rheinsberg, der	82, 105	G	2	S. v. Rhein
Rheinsulz	9, 15	D	2	a. Rhein
Rheinthal, das	12, 14, 68, 100, 103, 104, 105, 106, 120, 121	—	—	
Rhonethal, das	100, 101	—	—	
Richthofen	52	—	—	
Rietheim	35, 43, 48	E	2	S. v. Rhein
Roth	53	—	—	
Rudenz	111	—	—	Nidwalden
Rüdlingen	18, 19	G	2	am Rhein
Rüfenach	35, 36, 37	E	2	W. d. Aare
Rümikon	43, 80	F	2	am Rhein
Rüttihard	46	A	2	bei Muttenz
Ryburg	39	C	2	S. v. Rhein
Säckingen	9, 12, 45	C	2	am Rhein
Salzach, die	66	—	—	Nebenfl. d. Donau
Sandberger	52, 67, 68	—	—	
Sanzenberg, der	80, 81	F	2	S. v. Rhein
Sarnersee, der	111	—	—	Nidwalden
Schaffhausen	30, 33, 95, 122, 123	G	1	
Schalch	92, 106	—	—	
Schill	23, 24, 43, 44, 45, 67, 75, 85, 86, 99	—	—	
Schiltigheim	68	—	—	bei Strassburg i. E.
Schlatt	76	E	2	W. d. Aare
Schlüchtthal	9	E	1—2	
Schneisingen	78, 79, 80, 81, 104	F	2	S. v. Rhein

Name	Seiten	Lage		Bemerkungen
Schöfflisdorf	98	F	2—3	S. v. Rhein
Schönenbuch	107, 108, 113	—	—	S. v. Schwyz
Schumacher	42, 68	—	—	
Schwarzwald, der	23, 24, 45, 104, 122	A—F	1—2	
Schwatterloch	9, 39	D	2	am Rhein
Schwyz	107	—	—	
Segnes-sut	61	—	—	Kt. Graubünden
Seltenbach, der	18	F—G	1	im Klettgau
Seon	123	—	—	a. d. Aa, im Aargau
Sesia, die	93	—	—	Nebenfl. d. Po
Siggenberg, der	83, 85, 88, 92, 94, 96, 99	E	2—3	Berg N. v. Kirchdorf
Siggenthal	7	E	2—3	
Siggingen	8, 17	E	2—3	N. d. Limmat
Siglisdorf	78, 80, 81	F	2	S. v. Rhein
Sihl, die	123	—	—	Nebenfl. d. Limmat
Sisseln	12, 15	C	2	am Rhein
Solgen	19	G	2	W. v. Rhein
Solothurn	1, 4, 5, 7, 27, 32	—	—	
*Spornegg, die	79	E	2	Anhöhe b. Baldingen
Stadel	81, 98	F	2	im Glattthal
Stadlerberg, der	80, 81, 104	F	2	
Stanz	109, 110	—	—	
Stein	9, 12	C	2	bei Säckingen a. Rh.
Stein, der	80, 82	F	2	bei Raat
Steinenbühl	83	E	2	S. v. Würenlingen
Steyr, die	47	—	—	Nebenfl. d. Enns
St. Jakob	31, 32, 41, 42, 48, 51, 67, 68	A	2	a. d. Birs
Strassburg	68	—	—	im Elsass
Strick, auf dem	36, 76	E	2	W. d. Aare
Studer	86	—	—	
Stura, die	93	—	—	Nebenfl. d. Po
Stutz	80	—	—	
Suhrfeld, das	32	—	—	bei Aarau
Sulzberg, der	84	F	3	bei Wettingen
Surb, die	36, 104	E—F	2—3	Nebenfl. d. Aare
Taunus, der	69	—	—	Gebirge
Tegerfelden, s. Dägerfelden				
*Teufelskeller, der	83, 84, 89, 92, 105, 116, 118, 119	E	3	bei Baden. Auf d. Karte: Ruhfels, Liebenfels
Thiengen	43	E	2	N. v. Rhein
Thun-Brienzersee, der	114	—	—	
Thur, die	1	G	2	Nebenfl. d. Rheines
Töss, die	1, 104	G	2	Nebenfl. d. Rheines
Tössmündung, die	12, 15, 16, 47	G	2	
Tössthal, das	44	G	2	

Name	Seiten	Lage		Bemerkungen
Trasadingen	13	F	1	im Klettgau
Turgi	7, 8, 9, 12, 14, 16, 17, 22, 24, 30, 35, 83, 91	E	3	a. d. Limmat
Uetliberg, der	87, 88, 89, 94, 96, 97, 99, 101, 116, 117, 121	—	—	bei Zürich
Ulm	122	—	—	
Unteraargletscher, der	61, 117	—	—	
Urnersee, der	109	—	—	ob. Theil d. Vierwaldstättersee's
Uto, der	87, 88, 97, 114, 116, 117, 118	—	—	Uetliberg bei Zürich
Vierwaldstättersee, der	108, 109, 110, 111, 112, 113, 114	—	—	
Villigen	9	E	2	W. v. d. Aare
Villnachern	7	D	3	W. v. d. Aare
Vogelsang	78, 79	E	2	ob Endingen
Wädenschwyl	87	—	—	am Zürichsee
Waldshut	91	E	2	am Rhein
Wallbach	45	C	2	am Rhein
Wandfluh, die	87, 88, 94	—	—	Berg im Aargau
Wangen	5, 7, 17, 18, 23, 27, 33, 55, 123, 124	—	—	a. d. Aare, Kt. Bern
Weissweil	18	F	2	im Klettgau
Wettingen	13, 23, 99, 117	E	3	Limmatthal
Wettingerfeld, das	7, 8, 9, 13, 17, 30, 60, 62	—	—	
Wettstein	3, 4, 19, 21, 88, 90, 92, 114, 115, 116	—	—	
Weil	39	A	2	E. v. Rhein
Weyach	43, 81, 105	F	2	S. v. Rhein
Wildegg	32	—	—	a. d. Aare im Aargau
Wilen, s. Wyhlen	24, 46, 71	—	—	
Windlach	43	F	2	S. v. Rhein
Würenlingen	9, 30, 35, 36	E	2	E. v. d. Aare
Würenlingerfeld, das	35	E	2	N. v. Würenlingen
Würenlos	84	F	3	N. v. d. Limmat
Wyhlen	24, 46, 71	B	2	N. v. Rhein
Wyl	13	G	2	N. v. Rhein
Zugersee	111, 113	—	—	
Zürich	116	—	—	
Zürichsee, der	114, 116, 118, 123	—	—	
Zürichseethal, das	116, 117, 121	—	—	
Zurzach	77, 79	E	2	am Rhein
Zweidlen	43, 47	F	2	S. v. Rhein

Karte 1.



...nerklärung

...eitung.

(Nagelfluh.)

: 100.000.

Höhe der Auflager...
Anstehenden an.

Gebiet ssigen Terrassen.
en Moränenzone).

Innere Moräne.
(Innerer Wall der letzten Vergletscherung).
Dietikon, Bremgarten.

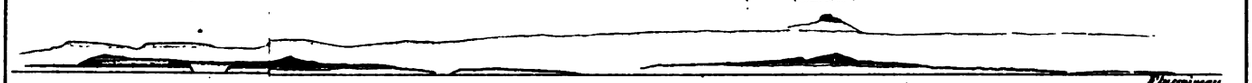
Auskeilen der Terrassen flussaufwärts
Dietikon, Solothurn etc.

Auskeilen der Terrassen

: 5000.

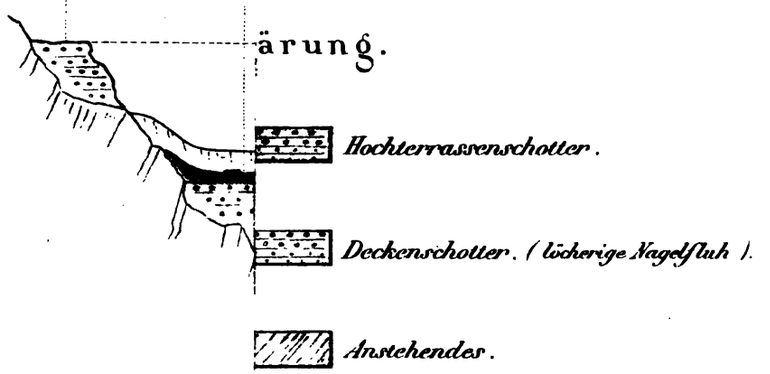
nenwall der inneren Zone
letzten Vergletscherung.
tikon, Bremgarten etc.)

Moräne unter der löcherigen
Nagelfluh.
(Uetliberg etc.).
Innerer Moränenwall
(Zürich)



Anlagerung v. löcheriger Nage
Löss und
Hochte

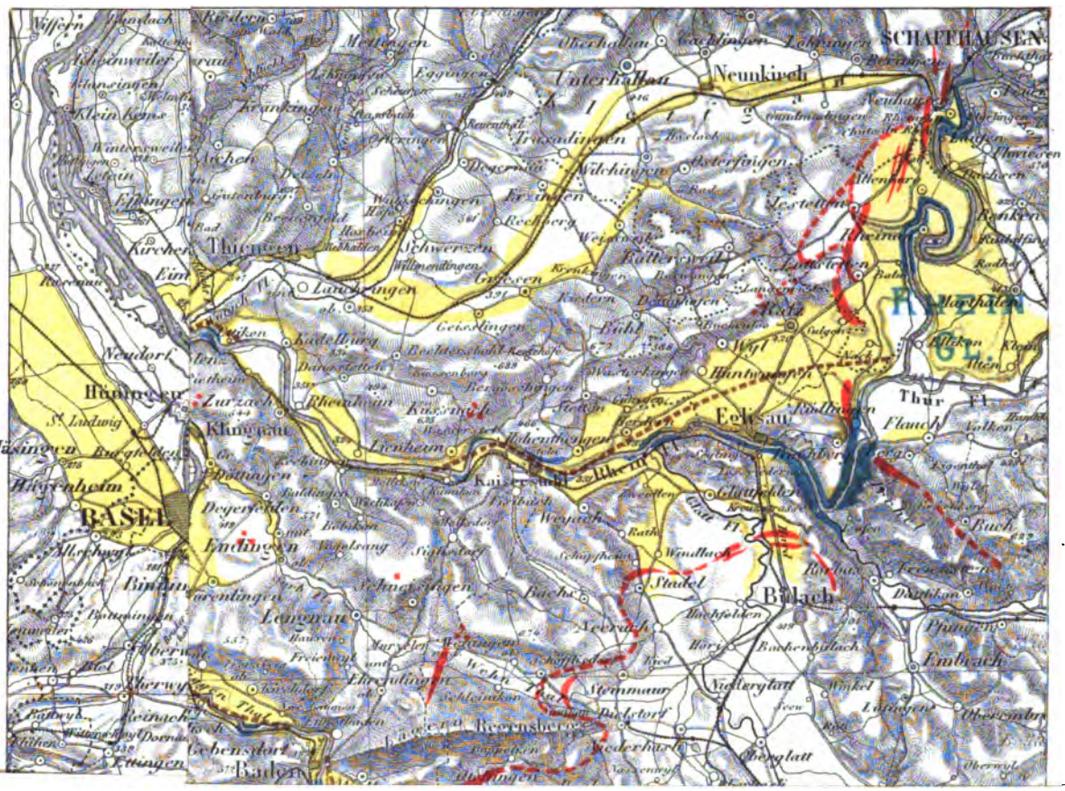
ärung.



ren Moränen.

Überdruck aus dem Dufour Blatt
Mit Bewilligung des eidg topogr B

Karte II.



Stanford University Libraries
3 6105 004 637 851

To avoid fine, this book should be returned on
or before the date last stamped below

554.94
B4[illegible]
[illegible]

785973